ZC7960 变压器油色谱分析仪

使
用
手
册

武汉智能星电气有限公司

警告用语：

说明：此信息是厂商对仪器特别声明内容，值得你关注。

注意：此信息是值得你关注的重要内容。

警告：此信息是提醒你特别注意，如不按本规定操作可能导致你（他人）的人身伤害或本仪器的损坏。

危险：此信息表示高度危险，要警惕。

高压危险:

- 在仪器运行时，严禁拆卸仪器盖板。仪器运行时，仪器的内部有可能导致人身伤害的高电压存在，拆卸仪器盖板时，可能使一些电器部件暴露。
- 更换保险丝及拆装维护仪器时，应先拔掉电源插头。关闭仪器的电源开关只是停止仪器运行，此时并未完全切断高压。
- 如果电源线破旧或损坏，必须立即更换。

高温危险:

- 仪器工作时或关机后一段时间内，仪器的进样器、检测器、柱箱及后出风口等部件会有一定的高温，应避免与其接触以防止烫伤。如需更换部件，一定要待仪器温度降低以后或使用保护措施后进行！
- 要注意仪器降温时排出的灼热气体，防止烫伤；
- 仪器后面不可放置易燃物品，以免排出的灼热气体点燃易燃物品！
- **气源管道（简称气路管)**应避开仪器的后出风口，以免排出的灼热气体熔断气源管道，造成更大的危险！

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co., LTD

气源危险:

- 对于仪器所使用的气瓶、气源，应遵循有关的气瓶运输、储存、管理和安全使用规则。
- 当使用氢气作载气或 FID 燃气时，要注意氢气可能会流入柱箱引起爆炸危险。所以在管线连接好以前一定要关闭气源，安装色谱柱并连接好进样器和检测器的接头后，对所有的连接处管线和阀进行检漏后，才能打开氢气气源。以防止氢气泄漏到柱箱，发生爆炸。
- 当进行特殊样品分析（如有毒）或仪器可能排出有毒的物质，应将仪器的排出物质排放到室外安全处，以防止室内污染甚至中毒。

目　录

一、变压器油色谱分析仪的工作原理 1
二、变压器油色谱分析仪的特点 2
三、反控型变压器油色谱分析仪特点 4
四、　系列变压器油色谱分析仪的型号和技术指标 6
五、　仪器结构及主要部件 10
六、仪器的安装 24
七、变压器油色谱分析仪器的操作 39
八　仪器使用简要说明 80
九、运输和贮存 83
十、质量保证 83
十一、仪器简易操作流程 83

ZC7960 变压器油色谱分析仪

一、变压器油色谱分析仪的工作原理

气相色谱分析技术是一种多组分混合物的分离、分析技术。它主要利用样品中各组份的沸点、极性及吸附系数在色谱柱中的差异，使各组份在色谱柱中得到分离，并对分离的各组分进行定性、定量分析。

变压器油色谱分析仪以气体作为流动相（载气），当样品被送入进样器并气化后由载气携带进入填充柱或毛细管柱，由于样品中各组份的沸点、极性及吸附系数的差异，使各组份在柱中得到分离，然后由接在柱后的检测器根据组份的物理化学特性，将各组份按顺序检测出来，最后通过串口或网络把数据传输至色谱工作站，由色谱工作站将各组份的气相色谱图记录并进行分析从而得到各组份的分析报告。其工作原理简图如下图所示：

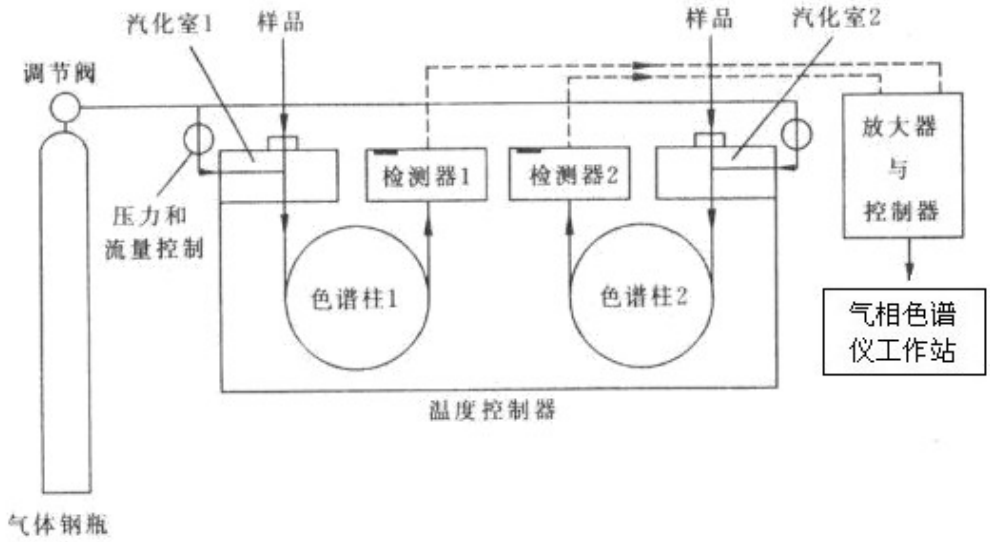


图 1.1　变压器油色谱分析仪工作原理简图

由于该分析方法有分离效能高，分析速度快，样品用量少等特点，因此

已广泛地应用于石油化工、生物化学、医药卫生、卫生检疫、食品检验、环境保护、食品工业、医疗临床等部门。气相色谱法在这些领域中解决了工业生产的中间体和工业产品的质量检验、科学研究、公害检测、生产控制等问题。

二、变压器油色谱分析仪的特点

变压器油色谱分析仪是计算机控制的多用途高性能系列变压器油色谱分析仪。配大屏幕液晶显示器。仪器的整体结构设计美观大方、结构合理、检修和使用操作方便。仪器具有全微机自动控制系统，不仅可同时微机控制多路温度（柱箱、进样器、多个检测器、辅助等），还可全部通过按键操作来控制检测器测量电路的衰减和调零，稳定性、可靠性较高。仪器上可根据用户需要选配各种新型高性能检测器。根据实际样品的分析需要，实现填充柱瞬间汽化进样、大口径毛细柱进样、毛细柱分流进样和平面转阀的定体积气体进样，可方便地配上顶空进样器,自动进样器,裂解器等。

仪器上温度控制具有超温保护功能和故障显示功能。柱箱可实现自动多阶程序升温，设计有自动后开小门，使得柱箱温控不仅从高温自动降至低温既快速又稳定，而且可以实现柱箱近室温控制（各型号不同有所差异）。

仪器具有秒表功能，在用皂膜流量计精确校正气体流量时当作电子秒表，在色谱分析过程中计测组份峰的保留时间。

仪器的微机系统随时监测外界电源电压的变化，对于抗电源电压的波动和抗瞬间突然停电的干扰进行强化处理，为长期连续的正常运行提供了可靠的保证。

系列变压器油色谱分析仪大体分为二种：

- 实用性变压器油色谱分析仪（单色大屏）：适用于对灵敏度要求不是非常苛刻的用户。

特点：多年来一直被用户认可的一款经济实用性变压器油色谱分析仪；

- 反控型变压器油色谱分析仪（彩色大屏）：先进电路，能够满足大多数用户的要求。

特点：采用国内外最成熟的电路技术研制而成，数据稳定性更好，仪器灵敏度更高；

适用于各种在线自动检测控制及需要对大量 GC 管理控制监督的客户，同时能够满足用户的各种特殊要求。采用了网络技术并内置了谱图数据处理技术，彻底打破了现有国产色谱仪的繁琐笨重的工作模式。使得多台色谱仪共用 1 套计算机完成数据分析、打印、存储成为现实，并实现了仪器的远距离监控和色谱数据的远距离传输，最大程度的降低了用户的实验室投资以及运行费用，方便了企业管理人员对产品质量的实时跟踪管理。下图 1.2 为反控型变压器油色谱分析仪工作运行简图。

图 1.2　变压器油色谱分析仪的运行简图

三、反控型变压器油色谱分析仪特点

★ 采用了技术先进的10/100M自适应以太网通信接口、并内置IP协议栈、使仪器可以轻松的通过企业内部局域网、互联网实现远距离的数据传输；方便了实验室的架设、简化了实验室的配置、方便了分析数据的管理；

★ 仪器内部设计 3 个独立的连接进程，可以连接到本地处理（实验室现场）、单位主管（如质检科长、生产厂长等）、以及上级主管（如环保局、技术监督局等），可以方便地使单位主管和上级主管实时监控仪器的运行以及分析数据结果；

★ 仪器配备的网络版工作站可以同时支持多台色谱仪工作（253台），实现数据处理以及反控，简化了文档管理，并最大程度的降低了用户的实验室投资以及运行费用；

★ 仪器可以通过互联网连接到生产厂家，实现远程诊断、远程程序更新等（需用户许可）；

★ 仪器可配备的5.7寸彩色液晶屏或彩色触摸屏，满足不同的用户需求；

★ 系统具有中、英文2套操作系统，可自由切换；

★ 控温区域、电子流量控制器（EFC）、电子压力控制器（EPC）可由用户自由命名，方便用户的使用（选配）；

★ 仪器采用了多处理器并行工作方式，使仪器更加稳定可靠；可满足复杂样品分析，可选配多种高性能检测器选择，如FID、TCD、ECD、FPD和NPD，最多可同时安装四个检测器。也可采用检测器追加方式，在仪器购入后很方便的选购安装其它检测器；

武汉智能星电气有限公司 Wuhan ZhiNengXing Electric Co., LTD

★ 仪器采用模块化的结构设计，设计明了、更换升级方便，保护了投资的有效性；

★ 全新的微机温度控制系统，控温精度高，可靠性和抗干扰性能优越；具有六路完全独立的温度控制系统，可实现十六阶程序升温，使该设备能胜任更大范围的样品分析；具有柱箱自动后开门系统，使低温控制精度得到提高，升/降温速度更快；

★ 仪器可选配先进的电子流量控制器（EFC）、电子压力控制器（EPC）实现了数字控制，可大大提高定性和定量结果的重现性；

★ 仪器设计定时自启动程序，可以轻松的完成气体样品的在线分析（需配备在线自动进样部件）；

★ 全微机控制键盘的操作系统，操作简单、方便；并设计检测器自动识别技术；具有故障诊断以及断电数据保护的功能，可自动记忆设定参数；

★ 色谱机内置低噪声、高分辨率24位AD电路，并具有基线存储、基线扣除的功能。

★ 采集色谱信号及数据处理，适于 WinXP 、Win2000、Windows7 等操作系统。由符合 A/A（美国分析学会）标准的 CDF 文件读入采样数据，由此可与 Agilent、Waters 等色谱工作站接轨。

★ 具有完全自主知识产权的色谱系统具有 MODBUS/TCP 的标准接口，可以和 DCS 方便对接。

★ 仪器可以和国内外多个厂家生产的自动进样器对接；如岛津的AOC-20i、意大利HTA公司的HT系列高效气相液体自动进样器等；

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

四、 系列变压器油色谱分析仪的型号和技术指标

变压器油色谱分析仪由进样器、检测器、色谱柱箱、气体流量控制系统、电路控制检测系统及网络版专用工作站等组成。

1 实用型变压器油色谱分析仪

实用型变压器油色谱分析仪秉承了老款机型的外观大气、结构合理的设计，采用国内外最成熟的电路技术研制而成，采用全新的机械工艺和电子线路，各检测器的灵敏度有大幅度提高。采用多层印刷电路板和表面封装焊接工艺，使仪器更加稳定可靠，其性能已经相当于国际先进水平。

图 1.5　反控变压器油色谱分析仪外观图（以实物为主）

主要技术指标：

●操作显示：5.7寸点阵汉化液晶

●温控区域：6路

●温控范围：室温以上5℃～450℃，增量： 1℃， 精度：±0.1℃

●程序升温阶数：9阶

●程升速率：0.1～39℃/min 200℃以内为39℃/分钟；200℃以上为20℃/分钟

检测器技术指标

氢火焰离子化检测器（FID）

●检测限：Mt≤5×10^{-12}g/s （正十六烷）；

●噪音：≤5×10^{-14}A

●漂移：≤1×10^{-13}A/30min

●线性范围： ≥10^{6}

●最高使用温度：≤450℃

热导检测器（TCD）

●灵敏度：S≥10000mV•ml/mg（正十六烷）

●噪声：≤30μV ●基线漂移：≤100μv/30min

电子捕获检测器（ECD）

●检测限：≤3×10^{-14}g/s ●线性范围：10^{4} ●放射源：63ni

火焰光度检测器（FPD）

●检测限： (P)≤1×10^{-12}g/s； (S)≤1×10^{-10}g/s ●线性范围：10^{5}（P）10^{3}（S）

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

2 反控型变压器油色谱分析仪

反控型变压器油色谱分析仪在原有的设计基础上同时加载了我公司自主研发的彩屏显示技术、气体电子流量控制技术（选配）。使其的自动化水平和整体性能得到了大幅提高。特别是气体电子流量控制技术的研发成功并应用，缩短了国产机型与进口机型的差距，加之本仪器独特的网络远程传输及控制功能，使仪器在无人值守、分散监测、集中控制成为现实。

主要技术指标（EPC、EFC 为选配）：

●操作显示：320*240点阵汉化彩色液晶（可配备触摸屏）

●温控区域：6路

●温控范围：室温以上4℃～450℃，增量：1℃，精度：±0.1℃

●程序升温阶数：16阶

●程升速率：0.1～39℃/min（普通型）；0.1～80℃/min（高速型）

●气路控制：机械阀控制方式、电子压力流量控制方式任选

●气体压力、流量测量：指针式压力表方式；电子压力、流量方式

●全电子气体压力、流量测量系统

单模块最大测量路数：16路

量程：0～0.3Kpa（压强）；0～500sccm（流量）；

分辨率：0.01Kpa（压强）；0.01sccm（流量）；

●EPC、EFC工作模式：3种；恒流模式、恒压模式、分流模式

●EPC、EFC工作气体：4种；氮气、氢气、空气、氦气

●EPC、EFC程升：4阶

武汉智能星电气有限公司 Wuhan ZhiNengXing Electric Co., LTD

●EPC、EFC控制量程：压力：0～0.6Kpa；流量0～100sccm或0～500sccm（空气）；

●EPC、EFC控制精度：压力0.01Kpa；流量0.01sccm；

●外部事件：4路；辅助控制输出4路

●进样器种类：填充柱进样、毛细管进样、六通阀气体进样、自动顶空进样任选

●检测器数目：4个（最多三种）；FID、TCD、ECD、FPD和nPD任选

●启动进样：手动、自动任选

●通信接口：以太网：IEEE802.3

检测器技术指标

氢火焰离子化检测器（FID）

●检测限：Mt≤3×10^{-12}g/s （正十六烷）；

●噪音：≤5×10^{-14}A

●漂移：≤1×10^{-13}A/30min

●线性范围： ≥10^{6}

●最高使用温度：≤450℃

热导检测器（TCD）

●灵敏度：S≥4000mV•ml/mg（正十六烷）（放大 1、2、4、8 倍任选）

●噪声：≤10μV

●基线漂移：≤30μv/30min

电子捕获检测器（ECD）

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

●检测限：≤1×10^{-13}g/s

●线性范围：10^4

●放射源：63ni

火焰光度检测器（FPD）

●检测限：（P）≤1×10^{-12}g/s；（S）≤5×10^{-11}g/s

●线性范围：10^5（P） 10^3（S）

氮磷检测器（nPD）

●检测限：（n）≤1×10^{-12}g/s；（P）≤5×10^{-13}g/s

五、 仪器结构及主要部件

1 气体流量控制系统

本仪器的气路控制系统设置在整机的左边机架单元中，包括载气流路，氢气流路和空气流路，详见整机流程图（这是基本配置气路图）。

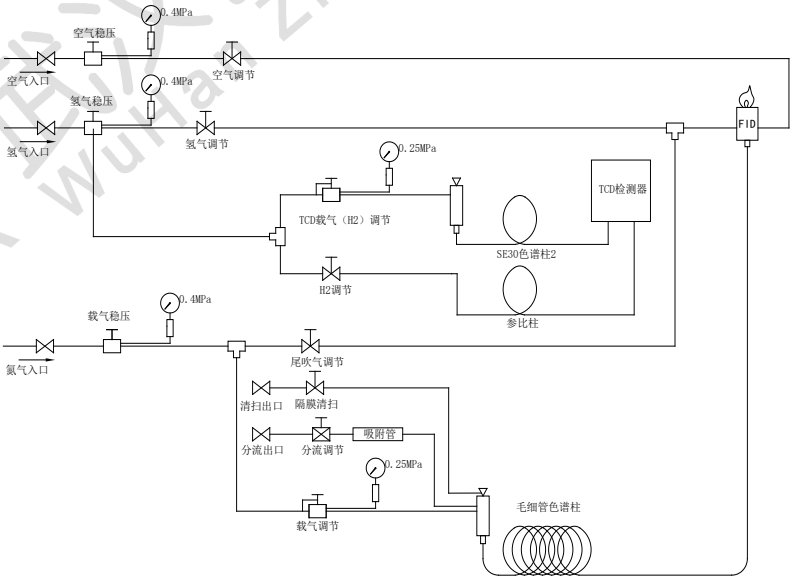


图 1.6 系列变压器油色谱分析仪的气路流程图

2 色谱柱箱

变压器油色谱分析仪的柱箱具有容积大、升温快、降温快、温度场均匀的特点。

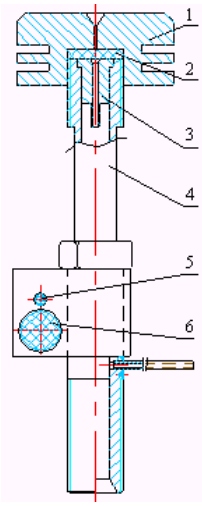
柱箱内胆尺寸为宽 280×深 185×高 300（mm），柱箱加热功率为 1500W，柱箱空气浴搅拌采用大叶片风扇，排风量大，柱箱加热器和风叶的左方设计有冷热二个风道，有步进电机同步控制冷热风道的开启或关闭角度，在微机系统的控制下，有效地进行高精度温度控制和自动高速降温，并能实现室温以上 5℃的近室温控制。柱箱加热器应用了高绝缘高强度的高频陶瓷，耐高温、耐高压，安全可靠，柱箱通过微机控制具有超温保护功能。柱箱搅拌空气用的低噪音电机。

3 进样器

变压器油色谱分析仪的进样器安装在柱箱顶部左前侧，分为填充柱进样器和毛细管进样器。填充柱进样器（其结构如图 1.7 所示），毛细管进样器（其结构如图 1.8 所示）。

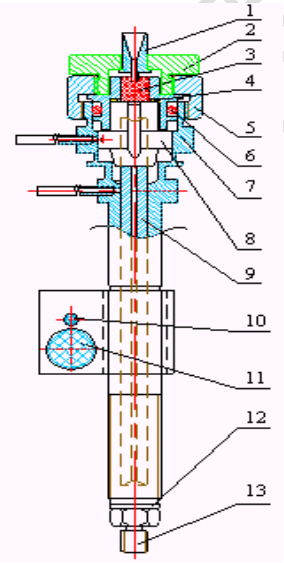
各种进样器由微机控制器设置并控制其温度。进样器的最上部是一个散热帽，散热帽的下部嵌装有硅橡胶进样垫。进样器的载气进口和气路控制系统中的稳流阀输出口相连接。

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD



1 散热帽　2 进样垫　3 导向件　4 汽化管　5 铂电阻　6 加热管

图 1．7　变压器油色谱分析仪进样器结构示意图



1 导向器（毛细）　2 螺帽（毛细）　3 进样垫　4 垫片　5 六角螺帽

6 O 型垫圈　7 气化管（毛细）　8 滑套　9 导管　10 铂电阻

11 加热丝　12 垫片　13 接头

图 1.8　毛细管进样器（分流不分流）（含隔膜清扫）结构示意图

注：1.仪器可配备多个进样器安装，可以同时安装多根色谱柱；

2. 的填充柱进样器可以直接安装外经为 Φ5mm 的填充柱，通过安装不同的衬管，还可以安装外经为 Φ3、Φ4mm 的填充柱，必要时也可以安装大口径毛细管柱；

3. 毛细管进样器（分流不分流）是用于实现毛细管柱的分流/不分流进样。

4 色谱柱

色谱柱是做色谱分析的核心部分，用以分离被分析样品中的各种组份。色谱柱有填充柱和毛细柱二大类型。填充柱柱管的材质常用不锈钢和玻璃二种，特殊有腐蚀性组份的分析时，可采用聚四氟乙烯管。

填充柱内径一般在 Φ2～Φ4，内径Φ2 的柱效高些，内径Φ4 的柱容量大些。柱外径一般为Φ3 和Φ5 二种，本仪器配有各种柱接头，外径Φ3、Φ5 的柱管都可装接使用。

毛细柱管的材质一般常用玻璃和弹性石英毛细管二种，特殊应用也有采用不锈钢毛细管的，目前，应用较普遍的是使用弹性石英毛细管柱。毛细管柱内径一般分有内径Φ0.1～0.15、Φ0.22～0.25、Φ0.32～0.35、Φ0.53～0.6 数种，其中内径Φ0.25 和Φ0.32 的称为标准毛细柱，内径Φ0.53 的称为大口径毛细柱，内径Φ0.1 称为特小口径毛细柱。

色谱柱内的固定相是由用户根据自己需要分析的样品来具体选择及制备的，也可向生产厂家提出订购专用色谱柱。仪器出厂可根据用户要求配置色谱柱样品分析。

确定填充柱的参数有：柱内径、柱长、固定液、担体种类和目数以及固定液与担体的配比；确定毛细柱的参数有：柱内径、柱长、固定液和液膜厚度。

5 热导检测器（TCD）

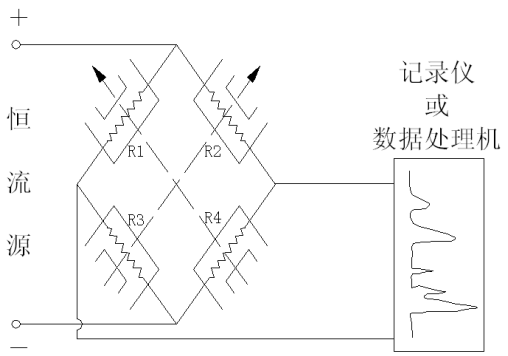
基本原理：

热导检测器是目前变压器油色谱分析仪上应用得较为广泛的一种通用型检测器，对有机、无机样品均有响应，而且不破坏样品，可用于常量

和微量分析。

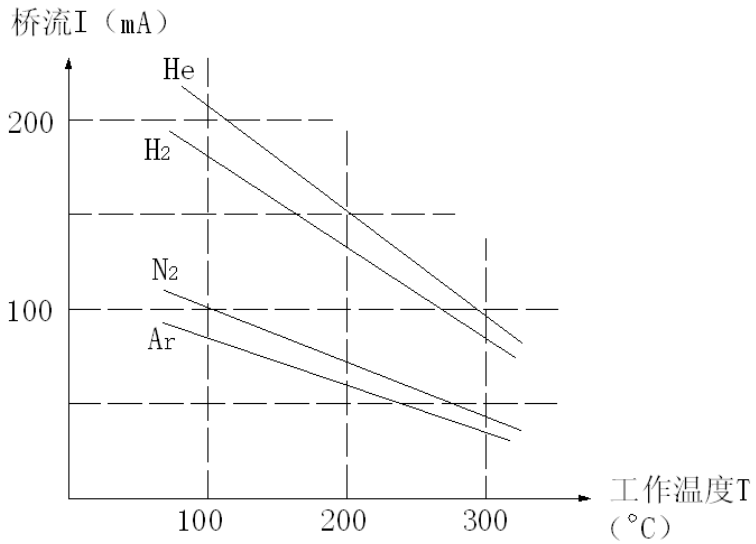
热导检测器是用热电阻式传感器组成的一种检测装置，是基于气体热传导原理和热电阻效应。本检测器的热电阻是采用铼钨丝材料制成的热导元件。并装在金属（不锈钢或黄铜）热导池池体的气室中，在电路上联接成典型惠斯顿电桥电路。

当热导池气室中流经的载气成份和流量稳定，热导池池体温度恒定，流经钨铼丝热电阻的电流恒定时，热电阻上产生的热能与通过载气热传导到池体等因素所失散的热能相平衡，由钨铼丝热电阻组成的电桥电路就处于平衡状态。当被测气体组份被载气带入气室时，就发生了一系列的变化：气室中的气体组成变化→混合气体导热系数变化→热电阻温度变化→热电阻阻值变化→电桥平衡被破坏，就输出了相应的电讯号，这个讯号与被测气体浓度成一定的线性函数关系，并由二次讯号记录仪表记录下来，这就是气体分析用热导检测的工作原理。



影响热导检测器的灵敏度因素很多，其中热导元件的阻值、池体气室的孔径、热导池测量电路等参数都是生产厂家定型设计好的，与用户操作使用直接有关的影响因素有：a.桥电流，桥电流大，灵敏度高，但受稳定性限制，具体设置还要看使用的载气种类和热导池工作温度，应参考热导池给定曲线图。

在满足分析灵敏度条件下，桥电流适当小些，可增加稳定性和延长热导池寿命。



热导池桥流给定曲线

当应用 H_2 气作载气时，桥电流一般使用在 80～160mA，当应用 Ar 作载气时，桥电流一般使用在 70～80mA。b. 热导池工作温度，温度越高，灵敏度越低，降低工作温度将受到被测样品的沸点和温度控制的限制。c. 载气纯度，载气纯度提高，可提高检测灵敏度。d. 载气流量，载气流量越小，灵敏度越高，这个影响因素在 H_2、He 作载气时不甚明显，而在应用 Ar、n_2 作载气时影响较明显。例如 Ar 载气流量为 7～8ml/min 时，比流量为 30ml/min 时的检测灵敏度有成倍的提高。

本仪器的热导池装有经精心测量选配的四个热导元件，元件 1（R1）和元件 3（R3）处在同一气路中，元件 2（R2）和元件 4（R4）出在另一气路中，工作时必须二路同时通载气，一路进样测量时，另一路就作为参比。

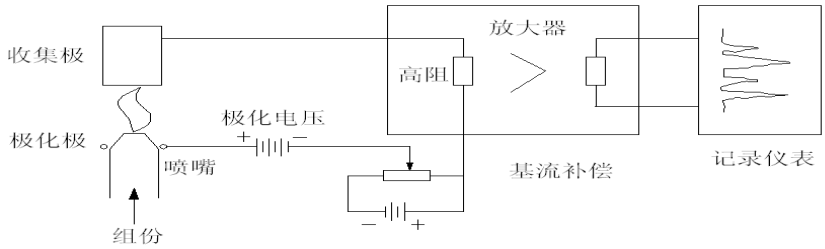
警告：由于 TCD 为双路气体结构，在使用 TCD 检测器时，**其二路气必须同时通载气**（不可用空气或氧气），否则会造成热导元件损失（高灵敏度铼钨丝阻值发生变化导致 TCD 气路失去平衡而损坏（正常情况偏差不会大于 0.3 欧）），最好的办法是检测 TCD 出口是否有载气流出（不是氧气或空气）

6　氢火焰离子化检测器（FID）

基本原理：

氢火焰离子化检测器（FID），简称氢焰检测器，它是以氢气与空气中 O_2 燃烧产生火焰为能源，当有机物质进入火焰时，在火焰的高能作用下，被激发而产生离子。在火焰上下部有一对电极（上部是收集极，下部是极化极），二电极间施加一定电压（200～300V），有机物在氢火焰中被激发产生的离

子在极间直流电场的作用下就定向移动，形成了一种微弱电流，然后流经高电阻（10^7～$10^{10}\Omega$）取出电压讯号，经放大后送到二次讯号记录仪表被记录下来。由于 FID 灵敏度高，死体积小，响应快，线性范围广，故能最有效地与毛细柱联用，成为目前对有机物微量分析最有效、应用最广泛的检测器。



氢火焰离子化检测器（FID）原理图

检测器采用园筒状收集极，石英加金属喷咀，极化极为铜片叉口，极化极与喷咀口相碰，离子室为全密封式结构。FID 的极化电压为+230V，双检测器座落在一铝质加热块中，加热块用内热式加热器和铂电阻进行温度恒温控制。FID 的氢焰点火采用电子点火枪在出口端点火，由于是全密封式结构，出口点火非常容易。点火时 H_2 流量调节到 7 左右，点火后 H2 流量调节到 4 左右。

影响 FID 检测灵敏度的因素很多，其中喷咀内径的大小，极间距离，放大器输入高阻和内衰减比例等都是制造单位定型的设计参数，而用户使用中必定碰到的操作参数：气体流量对 FID 检测灵敏度有明显影响，一般空气流量大于 300ml/min 下，对灵敏度就没有影响，所以通常空气流量就可设在 7 左右，氮气：氢气的流量比有最佳值，一般情况下，氮/氢气为 1.37～1.5:1 为最佳，通常载气 n2 流量在 30～40ml/min 左右，氢气 H2 流量在 20～30ml/min 左右（氢气流量就可设在 4 左右），氢气 H2 流量大会提高噪音。气体的纯度和色谱柱老化的好坏会影响基流和噪音的大小，必须引起注意。

警告：

1、 **在没有接上色谱柱时，不要打开氢气阀，以免氢气进入柱箱。仪器关闭时应当先关闭氢气，降温后，再关闭载气；**

2、 FID 是高灵敏度检测器，必须用经过净化的高纯度载气、氢气和空气；

3、 为了防止检测器被污染，柱子老化时不要把柱子与检测器连接，检测器用螺母封住；

4、 通电前检查电路连接是否正确，气路连接是否完整，气体种类是否与要求相符合。

警告：在仪器工作时，极化电压为 220～250V 高压，请防止电击！

7 电子捕获检测器（ECD）

电子捕获检测器（electron capture detector），简称 ECD。 电子捕获检测器也是一种离子化检测器，它是一个有选择性的高灵敏度的检测器，它只对具有电负性的物质，如含卤素、硫、磷、氮的物质有信号，物质的电负性越强，也就是电子吸收系数越大，检测器的灵敏度越高，而对电中性（无电负性）的物质，如烷烃等则无信号。

ECD 检测池中封入得放射源（^{63}ni）所产生的放射线（β 线）使惰性气体（n_2）离子化，在检测池的电极上加上脉冲电压，捕获电子产生电流。吸收电子能力强的强电负性分子进入其中，吸收电子，形成负离子。由于带负电荷的分子比自由电子的移动速度慢，到达正电极的时间长，而且与正离子再结合的概率也增大，使检测器中的电子密度减小，一个脉冲捕获的电子数减少。根据电子数减少的程度相应加上多次脉冲，以保持每个单位时间内电子数的电流恒定，则脉冲数的变化与强电负性分子的密度成正比。ECD 装置简

图如下：

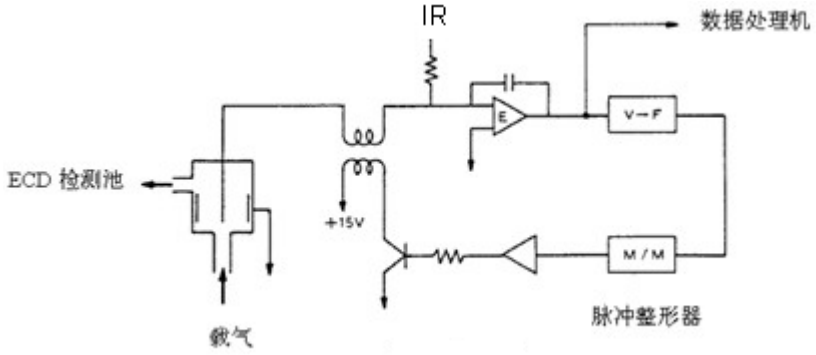


图 1.11　ECD 装置简图

通过放大器 E，比较设定电流 IR 与 ECD 检测池形成的平均脉冲电流，将两者相等时的电压送入下段的电压—频率变换器（VFC）。VFC 发出的脉冲调到适当的脉冲幅度和脉冲高度后送到 ECD 检测池，构成控制电路。

8　火焰光度检测器（FPD）

火焰光度检测器（flame photometric detector,FPD)是变压器油色谱分析仪用的一种对含磷、含硫化合物有高选择型、高灵敏度的检测器。试样在富氢火焰燃烧时，含磷有机化合物主要是以 HPO 碎片的形式发射出波长为 526nm 的光,含硫化合物则以 S_2 分子的形式发射出波长为 394nm 的特征光。光电倍增管将光信号转换成电信号，经微电流放大纪录下来。此类检测器的灵敏度可达几十到几百库仑/克，最小检测量可达 10^{-11} 克。同时，这种检测器对有机磷、有机硫的响应值与碳氢化合物的响应值之比可达 10^4，因此可排除大量溶剂峰及烃类的干扰，非常有利于痕量磷、硫的分析，是检测有机磷农药和含硫污染物的主要工具。

如图1.12所示，FPD主要由二部分组成：火焰发光和光、电信号系统。

火焰发光部分由燃烧器和发光室组成，各气体流路和喷嘴等构成燃烧器，又称燃烧头。通用型喷嘴由内孔和环形的外孔组成。气相色谱柱流出物和空气混合后进入中心孔，过量氢从四周环形孔流出。这就形成了一个较大的扩散富氢火焰、烃类和硫、磷确化合物在火焰中分解，并产生复杂的化学反应，发出特征光。硫、磷在火焰上部扩散富氢焰中发光，烃类主要在火焰底部的富氧焰中发光，故在火焰底部加一不透明的遮光罩挡住烃类光，可提高 FPD 的选择性。为了减小发光室的体积，可在喷嘴上方安一玻璃或石英管，以降低检测器的响应时间常数。

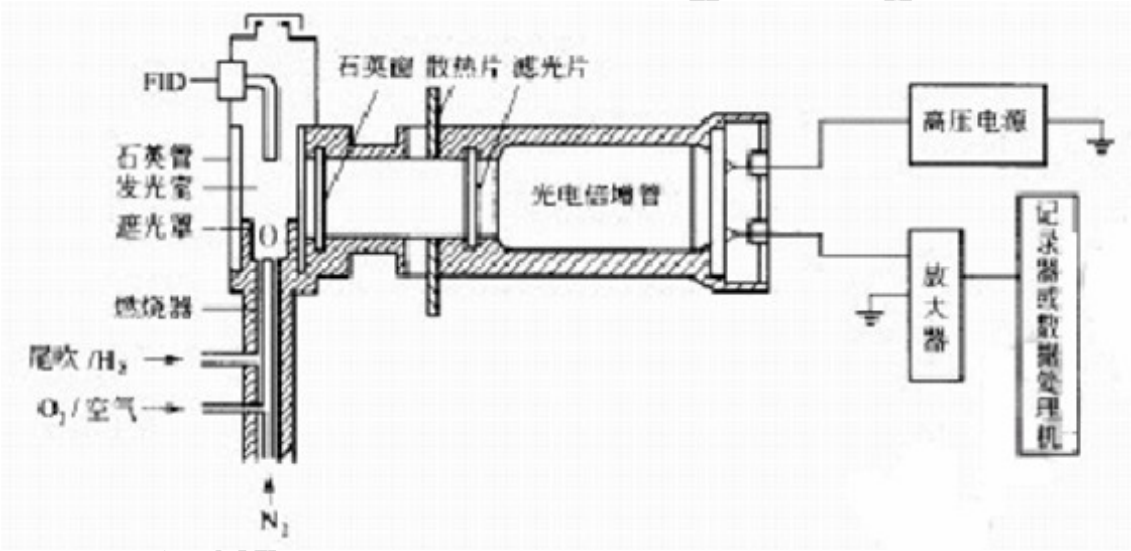


图 1.12　FPD 系统示意图

右为光、电信号部分，为了避免发光中产生的大量水蒸气，燃烧产物和高温对光、电系统的影响，用石英窗和散热片将发光室和光电系统隔开。因FPD不是将所有的光变成电信号，而是用滤光片选择硫、磷特征光。

9 显示屏与键盘

键盘设计简洁明了，功能齐全，操作简单，易学易用。因为各种型号仪器键盘操作相似，所以本书只是详细的介绍了反控的键盘操作，这本书在 3.1 章节中有详细介绍，其他型号的用户可作参考。

10 外部事件控制与通信输出

反控变压器油色谱分析仪的外部事件控制在仪器的内部。控制主板左面一列为气路控制输出，右面一列为外部事件控制输出；自上而下二个端子为一组。气路控制输出分别为：载气（氮气）、氢气、空气、点火控制；外部事件分别为：事件 1、事件 2、事件 3（或报警输出）、事件 4（或快速降温控制）输出。

仪器的通信采用 10M/100M 自适应以太网接口（反控型）。通过局域网与工作站计算机通信。

注：为了保持仪器的高分辨率、高稳定性，在仪器的内部集成了 24 位的 AD 电路，常规的模拟信号不再输出，且只能与本公司的工作站相接。

注：事件 3（或报警输出）做报警输出时，是将第 3 路外部事件时间程序不用（全部清零）；

注：事件 4（或快速降温控制）做快速降温控制时，是将第 4 路外部事件时间程序不用（全部清零）；

说明：此项目只针对反控变压器油色谱分析仪

武汉智能星电气有限公司 Wuhan ZhiNengXing Electric Co., LTD

11　电源开关

电源开关为机器的电源开关。

警告：当打开机器，可能触及电气部分时，应将电源插头拔离电源！关闭电源开关，色谱仪器内部部分电器仍有高压存在！

12 工作站

目前我国主要采用浙江大学研制的 n2000 系列工作站（n2010-n3000 等）和 ZB-911-III 系列工作站，这类工作站比较简单这里不做赘述。

注：这类工作站需要电脑提供 UBS 接口和 RS232 通信接口（COM 口）

反控型色谱仪网络版工作站为适应变压器油色谱分析仪的网络化需求，从根本上解决传统色谱仪的使用弊端，公司研发了突破传统的网络版专用工作站。该工作站适用于所有色谱仪。

传统工作站软件一般只设计支持 RS232 通信接口，众所周知，这种通信接口是即将淘汰的一种通信方式（众多电脑厂家生产的电脑也不再装配这一装置）另外这种通信接口由于是点到点通信，且通信速率低，采用这种通信方式无法完成多台仪器数据的同时处理。该网络版工作站除保留了传统工作站的功能外，增添了多个创新功能。该网络版工作站采用的机理先进、通信容量大、接口方便的以太网通信方式，一举攻克了传统工作站软件的这一弊病；一套传统工作站软件一般只能同时支持 2 个通道的数据处理，而该网络版工作站可以支持多台色谱仪的多个通道的数据同时处理（最大设计支持 5000 个色谱仪链接）；由于一套网络版工作站可以同时支持多台色谱仪，谱

武汉智能星电气有限公司 Wuhan ZhiNengXing Electric Co., LTD

图文件的管理就尤为重要。为此本系统设计了自动生成色谱仪文件夹、自动生成时间文件夹、以及按时间、班次或序列命名谱图文件功能，简化了文档管理，方便了用户使用。

该网络版工作站突破了传统工作站的只能纸质输出报告的模式，开发了可以将分析结果通过多种传输方式（互联网、CAn 总线、MODBUS/TCP、GPRS 通信、3G 通信、无线专网等）远程地传输到客户需要的地方。这一功能极大地方便了用户的使用，使人工送样（配合自动进样）、人工传送报告成为了历史，节省了人力物力。

该网络版工作站可配备“组份含量监控系统”，完成色谱组份含量的统计、分析、监控，可用于化工产品生产中（如：反应、分流、精馏等）对样品进行各个组份的数据统计、含量变化趋势、阀值检测、阀值报警，使组分含量变化趋势一目了然，当天或当班的数据自动存档，免去了人工分析谱图、人工整理谱图、人工判断结果，提高了工厂的自动化水平。

特点与功能：

●色谱数据处理与仪器操作控制有机的结合，使得操作方便，界面友好；

●采用 10/100M 自适应以太网通信技术；通信速率高、支持远距离数据传送和控制；

●采用多线程技术实现信号采集、数据处理、用户管理三者同时协同工作；

●独特的软件架构，实现了一个系统多个监控座席的丰富配置；使得仪器数量不多的用户可以在单一电脑上完成分析结果的查看管理；仪器数量较多的用户可以配备多个监控座席以满足多人同时工作；

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,Ltd

●配备分析结果扩展通信接口，支持用户二次开发和功能扩展；

●独有的谱峰智能辨识技术，最大程度的减少需要用户设置的谱图处理参数，基本实现判峰、基线校正、重叠峰分割的自动处理；

●可由符合 A/A（美国分析学会）标准的 CDF 文件读入采样数据，由此可与 Agilent、Waters 等色谱工作站接轨；

●采用独有的高保真数字滤波算法，拥有强大的抗噪声干扰能力，可以检测与基线噪声同级的弱小峰；

●数据处理具有：归一法、校正归一法、单点校正法（单点内标法、单点外标法）、多点校正法（多点内标法、多点外标法）；

●工作站支持 MODBUS/TCP 协议，可以方便接入 DCS，完成分析结果的 DCS 处理；

●输入电压范围：-2.5V～2.5V

●积分灵敏度：0.05μV·s

●最小分辨率：1μV

●动态范围：10^7

●线形度：±0.005%

●重复性：±0.005%

●采样周期：10、20、30、40、50 次/秒可调

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

六、仪器的安装

1 仪器运用环境要求

1.1 安装环境要求

变压器油色谱分析仪应在温度和相对湿度分别为 5～35℃和 0～85%的范围内使用。但最好是在人们感到舒适的环境下使用（适当的恒温、恒湿条件）。这样仪器才能发挥最佳的性能，仪器的使用寿命也最长。

若将仪器暴露在腐蚀性物质（不管是气体、液体还是固体）中，就会危及变压器油色谱分析仪材料和零部件，应避免。

安装变压器油色谱分析仪的试验台必须稳固。试验台的震动会影响仪器的稳定性。为了能使柱炉的热空气的排出，仪器的背后还应留出至少 30cm 的空间（且在后面不要放置易燃物品！），以及 30—40cm 的通道，以便安装、检修色谱仪。

若需要 10/100M 的以太网，可以用 HUB 或交换机等构建以太网。

1.2 电源环境要求

变压器油色谱分析仪的接入电源为 220V±10%（50Hz±0.5 Hz），能提供的功率不小于 2000W。为了保护人身的安全，变压器油色谱分析仪的面板和机壳按照国际电工技术协会的要求，用三芯电源线接地。

注：为了减少仪器的电器噪音，必须接地良好。

警告：严禁将水管、煤气管、零线等代替接地线！

1.3 气体环境要求

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

为了发挥变压器油色谱分析仪最佳性能，使用气体必须达到相应纯度级别。我们推荐如下的纯度值。

检测器	所需气体及作用	气体名称	纯度
FID、FPD 及 nPD	载气和尾吹气	n2 或 He	不小于 99.999%
	燃气	H2	不小于 99.99%
	助燃气	Air	尽可能洁净、干燥
TCD	载气	H2 或 He	不小于 99.999%
ECD	载气和尾吹气	n2	不小于 99.999%（脱氧）

我们建议在气路上要装上净化器！气体净化器在使用了一段时间后，应将气体净化器内的分子筛和硅胶进行活化处理。

2 仪器的拆箱

仪器到货后请及时检查仪器外包装的质量，如有损坏，请立即与厂家或销售商联系。拆箱后，请对照发货单清点配套部件，如发现配套部件不符或仪器外观有破损现象，请立即与厂家或销售商联系，以便您免受不必要的经济损失或延误您的工作。

检查无误后请打开仪器柱箱门，察看马达风扇页轮是否运转灵活，固定螺丝有无松动；如有松动应及时排除。

同时请检查电源插头中线路有无短路现象，如有短路现象万不可将仪器接入

武汉智能星电气有限公司 Wuhan Zhinengxing Electric Co.,LTD

市电！

3　仪器的安装

检查无误后，将仪器小心放置在工作台合适的位置。工作台必须稳固。仪器后面不要堆放易燃物品并留有检修的空间。

3．1　气源的安装

安装前的准备：使用变压器油色谱分析仪之前请参照 2.1.3 所述,并根据你欲使用的检测器的种类配备气源。

安装：气源请安装在安全之处。如采用钢瓶气源，钢瓶应加以固定以防止翻倒造成事故。无论选择何种形式的气源（如：气体发生器，钢瓶气源，空气压缩机等），皆应仔细查阅所产生气体的质量是否满足变压器油色谱分析仪的气源要求。以免影响分析结果或造成色谱仪的污染甚至损坏！

3.　2 减压阀的安装

如采用钢瓶式气源，其减压阀（双表头：左边为低压，右边为高压）安装步骤如下：

1. 将二只氧气减压阀和一只氢气减压阀的分别拧下，接上**减压阀出气接头见右图（左下角的宝塔结构）**，旋松（逆时针）低压输出调节杆（不要旋紧）；

2. 将减压阀装到钢瓶上，旋紧螺帽（注意氢气阀为反丝）后，打开钢瓶高压阀，减压阀高压表应有所指示；

3. 关闭钢瓶高压阀后，减压阀高压表指示不应下降，否则就有漏气之处，应予以排除后才能使用。

注：若用发生器请按照相应发生器说明书操作

3．3　外气路的安装

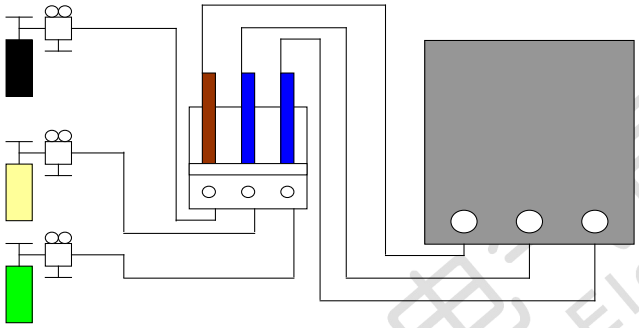


图 2.1　外气路连接示意图

该变压器油色谱分析仪的气路输气管主要是 Φ3ｘ0.5 聚乙烯管或 Φ3ｘ0.5 铜管或不锈钢导管（自备）。将输气管按需要长度切成六段（***用铜管及不锈钢管请用相应的切割工具，注意割伤***），按图 2.1 所示连接气源--净化器--色谱仪。

聚乙烯管或不锈钢导管接头处的连接方式按图 2.2 所示操作。

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

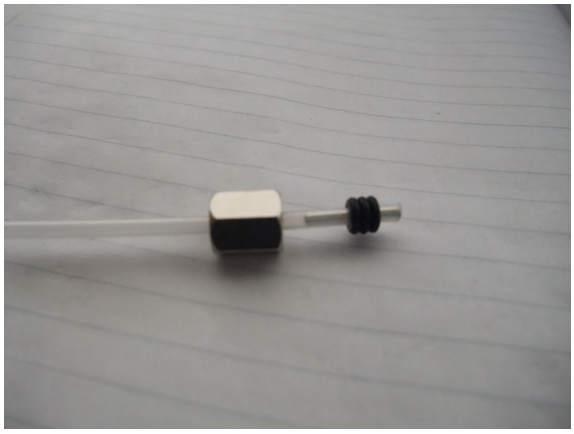


图 2.2　聚乙烯管气路连接示意图

注：1、剪取适当长度的聚乙烯管，并在其两端各插入一根 Φ2×0.5 的不锈钢衬管。

2、将 M8×1 密封螺母、磷铜圈和 2 个 O 型圈装入聚乙烯管的一端。

3.、M8×1 密封螺母旋在钢瓶接头（M8×1）上，并旋紧，保证密封良好。

4、将 M8×1 密封螺母、磷铜圈和 2 个 O 型圈装入聚乙烯管的另一端。

5、将 M8×1 密封螺母旋在净化器的相应接头（M8×1）上，并旋紧，保证密封良好。

其余的外气路连接与上相同。

变压器油色谱分析仪亦可采用 Φ3×0.5 外径的不锈钢或紫铜管来作为外气路的连接管。

其连接方法如图 2.3：

武汉智能星电气有限公司 Wuhan Zhinengxing Electric Co., LTD

图 2.3　金属管气路连接示意图

注意：

1. 气路分流放空口和检测器放空口应采用管道将气体通到室外，以免分析有毒有害物质时造成室内空气污染；
2. 在实操作中，注意经常检漏！一旦某处发生泄露，轻则影响仪器正常工作，重则造成意外事故（如氢气泄露就可能引起爆炸）！
3. 载气输入到色谱仪的压力必须在 0.343—0.392MPa 范围内（相当于 3.5kg/cm^2—4kg/cm^2）；
4. 空气输入到色谱仪的压力必须在 0.294 KPa—0.392MPa 范围内（相当于 3kg/cm^2—4kg/cm^2）；
5. 氢气输入到色谱仪的压力必须在 0.196 KPa—0.392MPa 范围内（相当于 2kg/cm^2—4kg/cm^2）；
6. 如果使用氢气为载气时，输入到色谱仪的载气入口压力应在 343000Pa（相当于 3.5kg/cm^2）。

说明：载气输入到色谱仪的压力：一般是指：钢瓶分压或者是发生器压

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

力表指示压力

3. 4 色谱柱安装

3. 4．1 填充柱的安装

安装前的准备：请按照色谱柱上面的标示确定色谱柱安装方向，务请注意！

金属柱安装方法确定

拧紧柱子上的螺母，将柱子装进进样器，假定密封垫圈（***石墨垫或者四氟乙烯垫***）已经定位在柱子上，若是 3mm 的柱，只需要用手拧紧再加 1/4 圈就足够了，若是 6mm 的柱子，用手拧紧后，再拧 3/4 圈就足够了。

用两把板子对起来，一把拧柱子上的螺母，另一把拧衬套，以防止拧柱上螺母时，衬套转动。

6mm 玻璃柱方法确定（购买前请确定安装位置及间距尺寸）

因为 6mm 玻璃柱是刚性的，所以必须同时装进进样器和检测器里。其安装程序在柱两端是相同的。

玻璃柱可选用密封垫圈，也可选用 O 型圈来密封：石墨衬套适合于大多数用途，O 型圈仅适用低温操作。

安装位置确定：在进样器末端必须留出足够的空间，以防插入的针头接触玻璃毛堵头或柱填料（至少留出 50-55mm）。

在检测器的末端，至少必须留出 40mm 空间，以防喷嘴的下端碰着填料

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

或玻璃毛堵头。如下图：

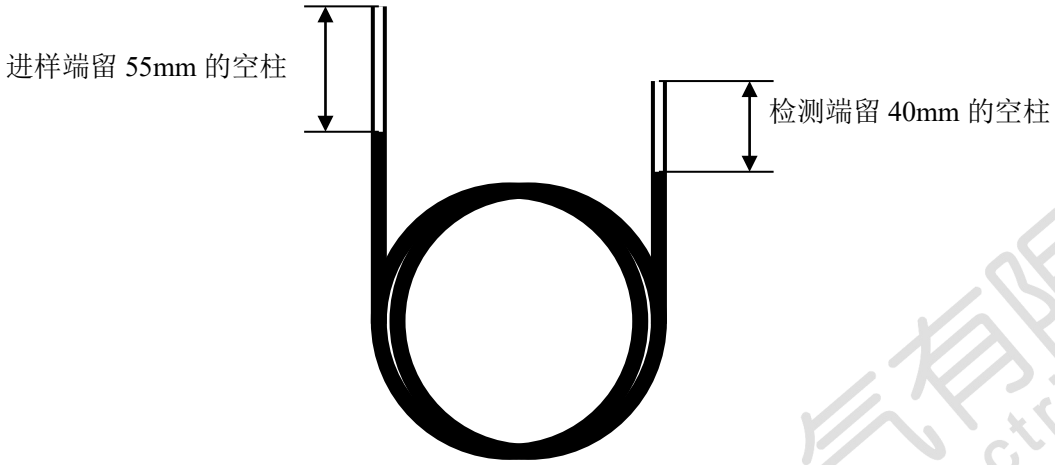


图 6.1　填充柱两端留空管部分示意图

1. 把螺母和密封圈（或 O 型圈）放在柱子上。

如果需要的话，在螺母的前面可以外加一只 O 型圈。这样可以保护柱子，防止螺母掉进柱子的盘管部分。

2. 把柱插进进样器和检测器，尽可能插到底。把柱箱底清扫干净，可以从柱子的比较长的那一端开始，以较小的角度开始，将柱插入。

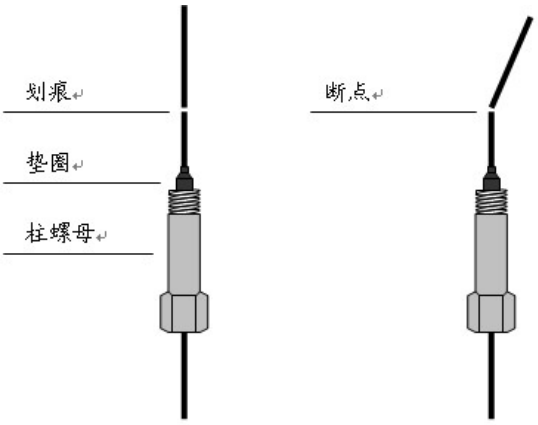
3. 把柱子拉出大约 1～2mm，用手拧紧柱上的两个螺母，螺母要拧多少，这取决于所用的密封圈的类型。若是 O 型圈，用手指拧紧就足够了。

说明：订购色谱柱时候请说明空间预留，若色谱柱厂家未能提供预留空间，请先安装到顶端再向下移动到所需要的预留空间。

注 意　**若柱子上的螺母拧得过紧，会拧坏柱子。**

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

3.4．2　毛细管柱的安装



安装前的准备：请按照色谱柱上面的标示确定色谱柱安装方向，务请注意！

一般来说，开口毛细柱有三种型号：熔融硅，玻璃的和金属的。各种柱子在安装之前都必须做好准备工作。在准备好之后，按不同进样器和检测器，采用不同的安装方法。

熔硅柱本来就是直的，所以不必再拉直。但是，柱尾要是新鲜的，无毛边，边缘不粗糙，而且柱内没有密封圈、O 型密封圈或固定相上掉下来的渣子。

警 告

在处理、切割或安装玻璃或熔硅毛细柱时，要配带安全防护眼镜，以免飞起的玻璃渣伤眼睛。同时，在处理毛细柱时，要小心，以免碰伤皮肤。

安装柱子前，进样器和检测器需做好安装毛细管的准备工作，例如已安装了合适的衬套、内衬管和（或）接头。下面详细介绍毛细管柱与进样器、检测器的连接方法。

（1）与进样器连接

进样器有填充柱进样器（530μ 系列毛细柱）、分流/不分流或只分流毛细柱进样器，安装方法相同。

① 往色谱柱上装上螺母和密封垫圈。

毛细柱最好是采用石墨密封垫圈，因为在很宽的温度范围内，它的密封性能都很好。

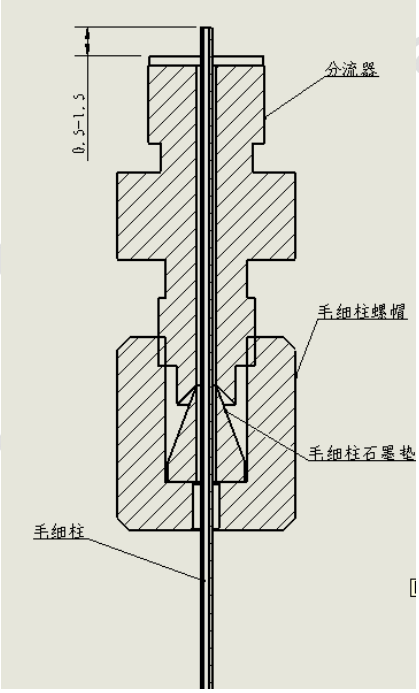
可以使用的石墨垫圈有两种规格，根据柱子的外径而定：1.0mm 的用于玻璃毛细柱或 530μ 系列毛细柱，0.5mm 的用于内径 0.20 和 0.32mm 的熔硅毛细柱。

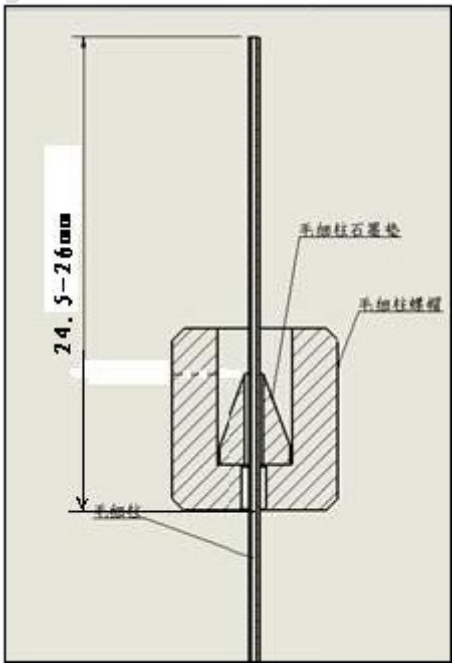
②按本节中“毛细柱的准备”来准备一个新柱尾。

把柱子插进螺母和密封圈时，柱的尾部可能会受到污染，这一步操作可以除去粘在柱子上面的石墨。

③给柱子定位，让它从密封圈顶部伸出来大约 24.5-26mm。

装好的位置一般高于分流器 0.5-1.5mm





（2）与检测器连接

当柱子已装到进样器上，就可以往检测器上装了。具体的安装方法取决于所用的检测器。下面介绍的是使用 FID 的情况：

安装毛细管柱前，确认检测器中毛细柱喷嘴已装好。

①同上述方法往色谱柱上装上螺母和密封垫圈并准备一个新柱尾。

②笔直地将装有螺母和密封垫圈的柱子轻轻地插入检测器中。

③尽量插到离喷嘴口（大约 1mm）处，用手拧紧螺母，然后再用合适的扳手拧 1 圈。

（3）检漏

色谱柱装好后，需要进行检漏，以确认柱子的连接处是否密封。

在室温和柱箱温度下对柱子螺母的安装情况进行试漏，在操作温度下，对各进样器和检测器试漏。若有必要，就再拧紧固定件，只是拧紧到不漏就行了。

注 意

试漏的液体经常会遗留下一些污染的残余物：每次试漏后，都要用甲醇来清洗，并让它凉干。

毛细管柱绕在金属框上，此框悬挂在柱箱内的毛细管柱架上。悬挂位置取决于框的直经，最好使柱位于柱箱中央。柱两端由框底部伸出，平顺弯曲朝向进样器接口和检测器接口，不要让柱的任何部位碰到柱箱内壁。石墨垫圈

武汉智能星电气有限公司 Wuhan ZhiNengXing Electric Co., LTD znx

穿过柱时可能会污染柱，可按“准备熔融硅毛细管柱”中的说明切割柱端。

4 系统检漏

外气路安装完成后，需进行检漏，以免造成事故发生。检漏按如下步骤执行：

（1）将主机上的载气稳流阀、氢气、空气针型阀全部关闭；

（2）将钢瓶低压调节杆处于放松状态，开启钢瓶高压阀，再缓慢调节低压调节杆，使低压表指示为 3 kg/cm2；

（3）关闭钢瓶高压阀。此时减压阀上的低压表指示不应下降。否则，外气路中存在漏气，应仔细检查并予以排除。

5 色谱工作站软件的安装

请查阅软件说明书或软件光盘

6 系统的开机

当系统构建完毕，就可以开机以及网络参数的设置了***（说明：实用型变压器油色谱分析仪不需要设定网络参数，因其不能实现计算机控制）***

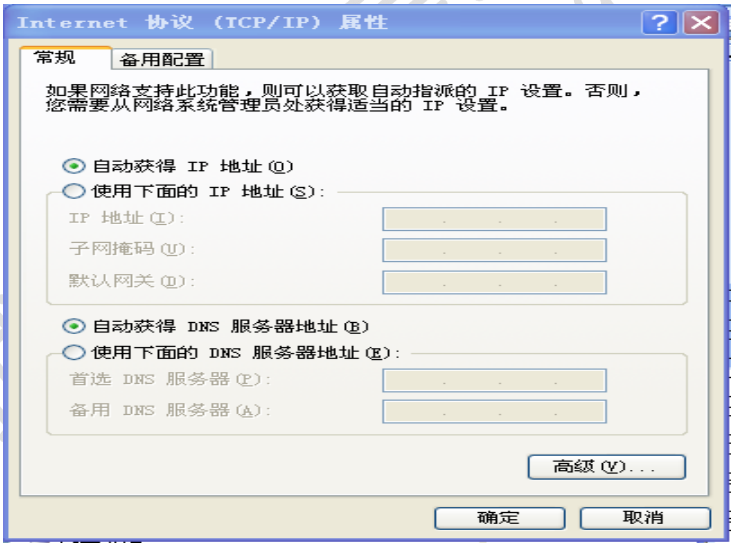
网络参数（这里包括计算机和网络色谱仪）的设置是本系统中一个重要的参数设定。如果设置不正确，会使系统部分功能不能实现甚至系统不能运行。所以在设定本系统的 IP 地址前一定要规划好 IP 地址的分配，不要使本网络的 IP 地址与其他计算机或设备的 IP 冲突。在使用路由器并且使用路由器的“DHCP”功能时，本系统的计算机和网络色谱仪要尽量避开使用

“DHCP”的 IP 段，以防其他计算机或设备分配到本系统设定的 IP 地址。

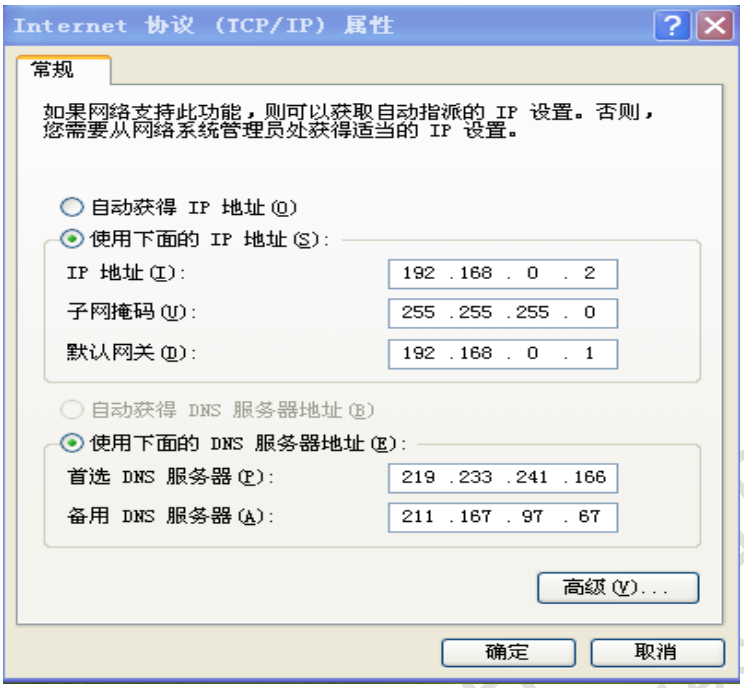
6.1 计算机的网络设定*（仅用于反控型变压器油色谱分析仪）*

首先将“本地处理计算机”以及“单位主管计算机（如果需要）”的 IP 地址、网关、子网掩码设定。设定网络参数时应避免与本网络中的其他的网络设备（如电脑、网络打印机、网络色谱仪、网络电话等）的 IP 地址冲突。

设定计算机的 IP 地址可参照如下方法：在操作系统的桌面上的“网上邻居”单击点右键，选择“属性”单击；选“本地连接”击点右键，选择“属性”单击；单击“Internet 协议 （TCP/IP）”再单击“属性”或双击“Internet 协议 （TCP/IP）”，将显示如下界面：



单击“使用下面的 IP 地址（S）”，依次输入“IP 地址（I）”、“子网掩码”、“默认网关”，按“确定”即可。如下图所示：即是将本计算机的 IP 地址设置为“192.168.0.2”。



注：如果用户的这台电脑还需要登录互联网（俗称：上网），则需要设定 DnS 服务器地址。DnS 服务器地址可咨询互联网服务商。

6．2　色谱仪的网络参数设定*（仅用于反控型变压器油色谱分析仪）*

设置网络色谱仪的 IP 地址同样要遵循 2.4.1 的原则。只需将本色谱仪的 IP 地址设置为一个空余的 IP 地址即可。详细参照：3．1．8。

6．3　系统端口映射的设定*（仅用于反控型变压器油色谱分析仪）*

如果构成本系统的处理计算机和网络色谱仪在同一个局域网并且使用同一个网段，则不需要设定系统的端口映射（一般在路由器等网络设备中设定）。

如果本系统是通过互联网联通的，则需要在路由器中做好端口映射的工作。比如：单位主管计算机（或上级主管计算机）和分析实验室不在同一个

局域网里，而主管计算机和分析试验室都有登录互联网的服务，则可以设置路·由器的端口映射以完成系统的联通。

这里只需将主管计算机所在的路由器的“转发规则”里的“虚拟服务器”配置一下。比如：我们假设“主管计算机”的 IP 地址是“192.168.0.2”，只需将 8000、8001 端口配置到这个 IP 地址上即可。见下图所示：

这里要特别注意的是：此时在色谱仪上设定的单位主管计算机（或上级主管计算机）的 IP 地址不是这台计算机内网的 IP 地址，而是这台计算机所在的局域网的公网的 IP 地址。即：不是“192.168.0.2”，而是这台路由器所分配的公网的 IP 地址。这一公网的 IP 地址可以通过访问路由器来查看获得，也可以咨询互联网服务商（比如：电信、网通、铁通等）。

注：不同厂家的路由器配置访问的界面会有所不同。但大同小异。

6. 4 系统的联通初测（*仅用于反控型变压器油色谱分析仪*）

完成上述几项配置，就可以开始系统的联通初测了。分别运行计算机“网络色谱仪工作站”软件和“网络色谱数据处理”软件并打开色谱仪电源。如果联机正常，在“网络色谱仪工作站”软件的“色谱仪管理”处会出现彩色（灰色表示这台色谱仪没联机）的图标（图标的下方是本色谱仪的 ID 码），右测功能区会显示该仪器的运行参数，谱图区会显示空走的基线。此时就可以进行系统的操作了。

七、变压器油色谱分析仪器的操作

1 键盘操作

系列变压器油色谱分析仪设计有六路控温算法，可以对六个温度控制区域进行独立的控温设定和温度控制。并且色谱柱箱具有的 8 阶或 16 阶程序升温功能。柱箱后门会根据柱箱的控温算法自动启闭。

基础性和 II 型的显示屏均为单色汉字液晶显示屏，反控型是 5.7 寸汉化彩色液晶（可配备触摸屏），可一目了然的查看仪器的工作状态。键盘设计简洁明了，功能齐全，操作简单。因为基础性有对应的说明书，所以本书只是详细的介绍了实用型型变压器油色谱分析仪和反控型变压器油色谱分析仪的键盘操作。

1.1 实用型型变压器油色谱分析仪键盘操作

面板与键盘设置：

- 1、开机，屏显示：型号、厂名、版本号。
- 2、按主菜单显示：

温度
程序升温
进样器 1
进样器 2
检测器 1
检测器 2
外部事件

在光标显示温度时，按输入键，屏幕显示：

	设定值	实际值
柱箱	200	20
进样器 1	…	…
进样器 2	…	…
检测器 1	…	…
检测器 2	…	…

按数字键设定各项温度，设定值再按输入键。

● 3、程序升温设置

按主菜单，再按▼角向下键至程序升温，再按输入键，进入程序升温显示界面，从初始温度设定温度，按输入键至初始保持时间设定值，按输入键进入至一阶，进入一阶速率光标按数字键，再按输入键进入一阶温度，按数字键设置所需温度。按输入键进入一阶保持时间，按数字键，设所需时间按输入键，这样一阶程序升温设定好。再按开始键，这样就运行一阶程序升温。如需设定几阶程序升温，就按照一阶程序升温的设置方法来设定后几阶程序升温。

提示：一阶温度必须大于初始温度，二阶温度必须大于一阶温度。依次类推。

	速率	温度	保持时间
初始	…	…	…

一阶	…	…	…
二阶	…	…	…
三阶	…	…	…
四阶	…	…	…
五阶…	…	…	…

- 4、进样器设置

毛细管进样器分流/不分流的设定。按主菜单进入到毛细管进样，光标按输入键，

温度　　XXX

初始状态　　不分流

切换时间　　0.00（最小 0.01 分-99 分）

- 5、氢火焰检测器的设定

温度　　设定值

按▼键光标至量程显示，按 7-10 数字，按输入键。这样放大器量程设定好了。

按▼键光标至点火，按输入键进行点火，自动点火大约 3 秒钟，二个检测器是先后分别点火的。先点一个检测器大约 3 秒钟后点另二个检测器大约 3 秒钟。

检测一 氢火焰检测器设置

	设定值	实际值
温度		
量程		
调零		
点火		

- 6、检测二 热导池检测器设置

电流设定参数关机后不保留，每次开机都要手动设定，设定前先看载气

是否打开，没有打开载气设定电流会烧断热导池的钨丝，钨丝是不包修的。

按主菜单至检测器二，按输入，屏幕显示热导池检测器

按▼键光标至电流，按数字键 0-220，再按输入键。这样电流就设置好了，最大电流为 250 毫安。

	设定值	实际值
温度	100	
电流	130	
极性	正～负	

极性设定：按▼键光标至极性，按输入健会切换极性。

- 7、外部事件的设置与操作 1

光标显示外部事件 1 按输入键，显示：

	设定值
初始状态	关
切换时间	0.00
切换时间	0.00
切换时间	0.00
切换时间	0.00
切换时间	0.00

按▼键光标至初始状态，按输入键会切换开和关的状态。

按▼键光标至切换时间，输入数字键后按输入键即可（0.01-99 分钟）。

实用型型的按键设计比较少，方便灵活，操作起来比较便利。

1.2 反控型变压器油色谱分析仪键盘操作

反控变压器油色谱分析仪的操作键盘共 22 个操作按键以及 3 个状态指示灯：

开始 键为控温开始键（开机第一次按动）或信号处理、程序升温开始键（控温状态以后）。

注意：如在准备灯未被点亮时，按开始键程升无效。

结束 键为结束信号分析或程序升温状态下的停止程序升温的按键；

休眠 键控制显示屏关闭或打开状态，不影响仪器的工作状况。可以延长液晶显示屏的使用寿命；

帮助 键用户可以查看到本公司联系方式，及色谱仪的操作简要；

语言 键可以切换操作界面的语言状态，即显示中文或英文；

经济 键色谱仪将暂时关闭不使用的气源关掉，以节约费用，如昂贵的氦气、氩气等；

设置 键为使仪器进入设置状态的按键；进入设置状态后，待设置的内容反显；

↑ 键为显示界面的上翻按键；在设置状态，可移动设置的位置；

↓ 键为显示界面的下翻按键；在设置状态，可移动设置的位置；

武汉智能星电气有限公司 Wuhan Znxing Electric Co.,LTD

输入 键为使设置参数确认按键；

中间复合键共 12 个。设置状态时为键上部分数字、“删除”和“.”功能键；在非设置状态时，为键下部分所示功能键，轻按这些功能键将使仪器进入相应的界面显示。

准备 灯长亮表示允许控温的各路控制单元的实测温度达到了设定值，其中柱炉温度为设定值的±1℃，其他为设定温度的±6℃，此时可以进样。

故障 灯长亮表示仪器出现故障，并会显示所出故障的原因，请用户及时排除。

联机 灯**长暗短亮**表示仪器正在工作但未与工作站联机，**长亮短暗**表示仪器正在工作且与工作站联机成功；**长亮或长暗**表示仪器内部有故障，有待检查。

注：进入设置状态后，没有操作键盘，5 分钟后将自动退出设置状态。

当温度控制系统发生故障时，可能会造成温度失控，当任何一个控温区域的实测温度达到设置保护温度时，微机控制器会自动切断加热电源，并在显示器的状态显示区域显示超温报警的内容提示（详见故障与排除章节）。当色谱柱箱内温度超过 450℃时，色谱柱箱内的熔断片即熔化，以切断色谱柱箱加热电源，保护柱箱。重新开机前须更换熔断片。变压器油色谱分析仪的附件中备有熔断片（附录 D 中配件：29）。

1.2.1 温度控制的查看与设定

在仪器开机的状态下，按温度键使仪器进入温度显示状态，可以查看到各路温控运行状态，如下图所示：

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

温度	程升	事件	流量	文件	网络

控区	使能	设定	实测
进样器：	开	040℃	026.0℃
柱炉：	开	200℃	030.3℃
检测器：	关	100℃	029.3℃
检测2：	关	134℃	606.7℃
辅助1：	关	135℃	029.5℃
辅助2：	关	136℃	606.8℃

控温状态

结 束

控区	保护	状态
进样器：	060℃	开
柱炉：	270℃	开

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

检测器：	120℃	关
检 测 2：	154℃	关
辅 助 1：	155℃	关
辅 助 2：	156℃	关

等待…

000.00　　10:00

控区是显示 6 路控温的名称，该名称在出厂时已做配置；如果需要修改可以通过工作站软件进行修改，详见：4.2.2 章节。

使能是将 6 路控温设置成工作状态或关闭状态。“开”表示工作状态，“关”表示关闭状态。当某一路控温被设为“开”状态时，该路控温在按动 开始 后将处于加热控温状态，并且其控温误差将作为准备灯点亮的依据。当某一路控温被设为“关”状态时，该路控温在按动 开始 后也不处于加热控温状态，且该路与准备灯点亮无关。

设置是显示 6 路控温的设置温度。

实测是显示 6 路控温的实测温度。

保护是显示 6 路控温的保护温度。该温度是仪器根据用户设定的温度自动计算出来的，无需修改。

状态是显示 6 路控温是否处于加热状态。该状态是仪器根据控温状态自动计算出来的，无需修改。

按 设置 键可以使某一参数反显（此时为设置状态，下同！），如果不需设置，再按一下设置 键，即可退出设置。设置状态下，按 ↓ 键 、 ↑

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co., LTD

键可以选择设置其他的参数，按数字键可以设置参数，按输入 键为使设置参数存入仪器并自动进入下一条设置。在非设置状态下（界面上无反显状态），此时如按 ↓ 键 、 ↑ 键可以切换到其他操作界面，设置参数步骤同理。

注：当设置各路的“使能”状态时，按删除键为使能开关键，也可以在工作站设置。

注：当参数改变时，如不按输入 键，设置参数只作为显示内容而不被仪器保存、执行；下同。

3.1.2.2 开启或关闭控温系统操作

在仪器开机的状态下，按开始键使仪器进入温度控制系统。此时会听到仪器内部有继电器吸和的响声，“使能”为“开”的各路控温区域会加热控温。同时“状态”栏会显示各路的加热状态。如没有进入温度控制状态则此“状态”栏全部显示“关“。

当柱箱温度达到设定的±1℃、其余各使能为开的各路温度达到设定的±6℃时，“准备”灯被点亮，键盘下方的状态显示区也会出现“准备”字样。

注：当“准备”灯被点亮时，如再按开始键将启动工作站进入分析状态；同时，如果程序升温参数、外部事件参数有效时，将同时使仪器进入程序升温状态、外部事件控制状态。

在仪器温控的状态下，按关闭键会显示如下界面：

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

检 1	检 2	检 3	秒表	关闭	关于
关闭控温？ 注意：关闭控温后 按操作规程关闭电源，载气！					

当界面中的“关闭控温？”反显，如按输入键，即关闭控温。此时会听到仪器内部有继电器施放的响声，后开门会自动打开进行降温；如按设置键，“关闭控温？”停止反显，即退出该界面设置，此时按其它键则可切换界面。

1.2.3 程序升温的查看与设定

在仪器开机的状态下，按程升键使仪器进入程序温度显示状态（也可以在非设置状态按 ↓ 键 或 ↑ 键进入），如下图所示：

温度	程升	事件	流量	文件	网络
初始化时间 005.0 min					
1阶	10.0℃/min		250℃		010.0 min
2阶	00.0℃/min		000℃		000.0 min
3	00.0℃/m		000℃		000.0

阶	in		min
4	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
5	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
6	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
7	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
8	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
9	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
10	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
11	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
12	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
13	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

14	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
15	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min
16	00.0℃/m	000℃	000.0
阶	in		min

等待…

000.00　　10:02

界面上方是初始化时间，为需要等待开始升温的时间，中间第 1 列为程升阶数，第 2 列为升温速率，第 3 列为终止温度，第 4 列为保持时间。界面最下行为状态显示区，会显示出仪器当前的运行状态，秒表记录等待的时间，以及当时时间

注：参数的设定同 3.1.1 的温度的设定。

注：程升终止温度设置要高于柱炉的设定温度，下一阶温度要高于上一阶温度。

注：当某一阶的升温速率为 0 时将使该阶以及此后阶的程序升温无效；第 1 阶升温速率为 0 将使整个程序升温内容无效。

程序升温操作：

在仪器开机的状态下，按开始键使仪器进入温度控制系统，当仪器的处于“准备”状态后，再按开始键将使仪器开始程序升温控制。状态显示区域的计时秒表（00.00）将开始计时。同时还会显示程升进行到哪一阶，如显

示 n0.01 表示执行的是第一阶程序升温，依次类推。

当色谱仪执行升温程序时，仪器进入初始温度保持状态时，显示区显示“初温”；

当色谱仪执行升温程序时，仪器进入升温状态时，显示区显示“升温”；

当色谱仪执行升温程序时，仪器进入程升温度保持状态时，显示区显示“保持”；

当色谱仪执行升温程序时，仪器进入降温状态时，显示区显示“降温”；

当仪器执行完一个完整的程序升温周期后，状态显示区域的计时秒表将结束计时并清零；仪器会自动打开柱箱后门，以使柱箱内温度迅速下降到初始温度，缩短仪器的降温时间。当柱箱内温度降至初始温度时（±1℃），“准备”灯被再次点亮，等待下一次程序升温开始。如此反复。

在仪器执行程序升温时，在温度控制系统下，按“停止”键将中断程序升温状态，状态显示区域的计时秒表（00.00）将结束计时并清零，仪器将返回恒温状态。

1.2.4 外部事件的查看与设定

在仪器开机的状态下，按事件键使仪器进入外部事件时间程序显示状态。如下图：

温度	程升	事件	流量	文件	网络
第 1 路 时间程序（min）					
00.00	00.00	00.00	00.00		

00.00	00.00	00.00	00.00
第 2 路 时间程序（min）			
00.00	00.00	00.00	00.00
00.00	00.00	00.00	00.00
第 3 路 时间程序（min）			
00.00	00.00	00.00	00.00
00.00	00.00	00.00	00.00
第 4 路 时间程序（min）			
00.00	00.00	00.00	00.00
00.00	00.00	00.00	00.00
结 束			
注意：本时间程序			
运行至奇数时间输出为闭合，			
运行至偶数时间输出为断开。			
时间为 0 时，时间程序结束。			
等待…			
000.00	10:02		

注： 参数的设定同 3.1.1 的温度的设定。

注： 当第 3 路时间程序设为全 00 时，第 3 路外部事件的输出为报警信号。

当第 3 路时间程序设有非 0 的参数时，将同 1、2 时间程序的输出。

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

注：当第 4 路时间程序设为全 00 时，第 4 路外部事件的输出为快速降温控制。当第 4 路时间程序设有非 0 的参数时，将同 1、2 时间程序的输出。

3.1.2.5 检测器的查看与设定

在仪器开机的状态下，按检测 1、检测 2、检测 3 可以分别查看和设置已经安装的检测器。当某一检测器位置没有安装检测器时，系统将会显示：

未安装检测器

请检查！

对于已经安装了 1—-3 个检测器时，按检测 1、检测 2、检测 3 键仪器则自动显示如下界面：

当 FID1 被安装时，则显示：

FID1 极性 0　量程*10

20 次/S

空走基线　扣除无效

点火?

FID1 信号:

0,000,000uV

当 FID2 被安装时，则显示：

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

FID2 极性 0　量程*10

20 次/S

空走基线　　扣除有效

点火?

FID2 信号：

0,000,000uV

当 FPD1 被安装时，则显示：

FPD1 极性 0　量程*10

20 次/S

空走基线　扣除无

效

FPD1 信号:

0,000,000uV

当 FPD2 被安装时，则显示：

FPD2 极性 0　量程*10

20 次/S

空走基线　扣除无效

FPD1 信号:

0,000,000uV

当 nPD1 被安装时，则显示：

nPD1 极性 0　量程*10

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

20 次/S

空走基线　扣除无效

电流 0.00A

nPD1 信号：

0,000,000uV

当 nPD2 被安装时，则显示：

nPD2 极性 0　量程*10

20 次/S

空走基线　扣除无效

电流 0.00A

nPD1 信号：

0,000,000uV

以上几种检测的量程只可选择输入“7”、“8”、“9”或“10”;输入其他数字无效，且会发警报声提示。下同。

当 ECD1 被安装时，则显示：

ECD1 量程 0　基流 0.05nA

20 次/S

空走基线　扣除无效

ECD1 信号：

0,000,000uV

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

当 ECD2 被安装时，则显示：

ECD2 量程 0 基流 0.05nA
20 次/S
空走基线 扣除无效
ECD2 信号:
0,000,000uV

ECD 检测器的量程只可选择输入“0”或“1”。“0”表示保持不变；“1”表示量程扩大一倍。基流可选择输入“0.05”、“0.1”、“0.2”、“0.5”、“1”或“2”六个数值，其他值无效。

当 TCD1 被安装时，则显示：

TCD1 极性 0 桥流 000mA
20 次/S
空走基线 扣除无效
TCD1 信号:
0,000,000uV

当 TCD2 被安装时，则显示：

TCD2 极性 0 桥流 000mA
20 次/S
空走基线 扣除无效
TCD1 信号:
0,000,000uV

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

桥流电流的选择输入值范围：0～220mA。其他值无效。

“空走基线”为：在仪器进入准备状态下且基线已经走稳（基线的漂移未超过技术指标），在未进样时执行程序升温，而把因程序升温而使基线的漂移数据记录下来。将光标停留在空走基线处按输入键后，仪器将自动启动程序升温（程序升温参数有效），并开始记录基线数据；按结束键停止空走基线记录。空走基线的最大记录时间为 2 个小时，且被仪器存储。存储的空走基线数据在下一次“空走基线”命令开始时被自动更新。

“扣除有效”、“扣除无效”表示仪器在分析状态下存储的基线是否参与基线扣除。

注：参数的设定同 3.2.1 的温度的设定。

注：极性数字只能输入“0”或“1”，其他数字无效，“0”表示输出的数据不变，“1”表示输出数据改变符号，对应的谱图会翻转。

注：目前仪器内部的采样速率一定要设定为 20 次/S，以适应数据处理软件。

注：如果将扣除设为有效，仪器内部存储的基线数据必须是正确的基线，否则仪器的输出为不可知的状态。

注：TCD 检测器的工作，必须遵守“先通气，后升温，再电流”的规则。亦即当 TCD 检测器未通载气时，千万不可设置桥路电流，否则，会损坏钨丝！关机时，一定要先关桥流、再降温、待 TCD 温度降至室温附近后再关载气！

注：TCD 操作时，请尽量不要用太高的电流。高电流的操作会加快钨丝的氧化，有损于 TCD 检测器的寿命。

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

注：为防止 TCD 检测器的损坏，在本机的设计中采用桥流设定数值不被关机保存。即机器开机时 TCD 桥流设定数值自动为 0 毫安。

警告：载气中含有氧气时，会使 TCD 钨丝的寿命缩短。载气一定要彻底除氧！

1.2.6 气体保护功能及 EPC、EFC 模块的查看与设定

本仪器可以采用机械阀或 EPC、EFC 模块控制气路的流量或压力。机械阀操作详见：3．2 节气体流量控制机械阀。

本仪器最多可以安装一个“电子压力、流量测量模块”、18 路 EPC、EFC 智能模块。每个 EPC、EFC 智能模块可以工作在氮气、氢气、空气、氦气等气体状态，可以设定为恒压、恒流 2 种工作状态。

3．2．6．1　电子压力、流量的查看与设定

在仪器开机的状态下，按流量键使仪器进入气体参数的显示状态。当仪器未安装 EPC、EFC 智能模块，而是配备了传统的机械阀作为控制气体流量、采用电子压力、流量传感器测量压力和流量是时，按流量键则显示如下：

n2:000.00　　H2:000.00 AIR:000.00
载气 1：　000.00KPa 000.00sccm 分流 1：　000.0sccm 000.00sccm

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

吹扫 1： 000.0sccm 000.00sccm
载气 2： 000.00KPa 000.00sccm 分流 2： 000.0sccm 000.00sccm 吹扫 2： 000.0sccm 000.00sccm
载气 3： 000.00KPa 000.00sccm 分流 3： 000.0sccm 000.00sccm 吹扫 3： 000.0sccm 000.00sccm
氢气 1： 000.00KPa 000.00sccm 空气 1： 000.00KPa 000.00sccm 尾吹 1： 000.00KPa 000.00sccm

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

氢气 2：　000.00KPa
000.00sccm
空气 2：　000.00KPa
000.00sccm
尾吹 2：　000.00KPa
000.00sccm

第一行显示 n2、H2、AIR 的减压阀之后的压力。其余是显示“进样器 1”、“进样器 2”、“进样器 3”、“进样器 1”、“进样器 2”的压力和流量。

如果仪器气路全部安装 EPC、EFC 智能模块时，按流量键则有相应智能模块的运行界面显示，按↓ 键 、↑ 键可以查看或设置不同智能模块的参数，同时，会因模块的不同工作方式而自动显示不同的操作界面。如下图所示：

n2:000.00　　H2:000.00
AIR:000.00
载气 1：　恒流 000.0
000.00sccm
分流 1：　000.0sccm
000.00sccm

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

吹扫 1： 000.0sccm 000.00sccm
载气 2： 恒流 000.0 000.00sccm 分流 2： 000.0sccm 000.00sccm 吹扫 2： 000.0sccm 000.00sccm
载气 3： 恒流 000.0 000.00sccm 分流 3： 000.0sccm 000.00sccm 吹扫 3： 000.0sccm 000.00sccm
氢气 1： 000.0sccm 000.00sccm 空气 1： 000.0sccm 000.00sccm 尾吹 1： 000.0sccm 000.00sccm

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

氢气 2：　000.0sccm
000.00sccm
空气 2：　000.0sccm
000.00sccm
尾吹 2：　000.0sccm
000.00sccm

第一行显示 n2、H2、AIR 的减压阀之后的压力。其余是显示“进样器 1”、“进样器 2”、“进样器 3”、“进样器 1”、“进样器 2”的压力和流量设定值和实测值。

按设置键可以设置压力、流量等参数。参数的设定同 3.2.1 的温度的设定。

注：只有仪器安装有“电子压力、流量测量模块”、“EPC 及 EFC 控制模块”时，本项参数才有意义。

3．2．6．2　电子压力、流量测量模块的气体配置、动态配置参数查看与设定

电子压力、流量测量模块的功能是替代传统的指针式压力表而采用压力、流量传感器的方式测量工作气体的压力、流量。比传统的指针式压力表具有：测量精确、显示直观、可以远程查看仪器的工作状态的优点。

当仪器配备电子压力、流量测量模块时，在工作状态下，按流量键，再

按↓ 键可以对气体保护、电子压力、流量测量模块的气体配置、动态配置参数查看或设置。界面如下：

气体保护	n_2:开	H_2:开
AIR:关		
气体设置：	氮:0	氢:1
空:2	氦:3	
01->0	02->1	03->2
04->3		
05->0	06->1	07->2
08->3		
09->0	10->1	11->2
12->3		
13->0	14->1	15->2
16->3		
动态配置：		关闭不用
为：88		
01->00	02->01	03->02
04->10		
05->10	06->12	07->13
08->14		

znx 武汉智能星电气有限公司 www.whznx.com Electric Co.,LTD

09->15　10->16　11->17

12->18

13->88　14->88　15->88

16->88

总　压：氮气 00　氢气 01

空气 02

进样器 1：载气 10　分流 11

吹扫 12

进样器 2：载气 13　分流 14

吹扫 15

检测器 1：氢气 20　空气 21

尾吹 22

检测器 2：氢气 23　空气 24

尾吹 2

请查看仪器配置，谨慎

修改！

气体保护是指采用压力传感器或 EPC 模块等技术措施，又用户设定当某种气体输入压强达不到 0.1MPa 时仪器自动关闭控温、TCD 检测器桥流的功能。当设为“开”时，这路气体的压强不到 0.1MPa 时仪器自动关闭；当设为“关”时，这路气体压强将不参与气体保护。

当仪器没有配备“气体保护”的硬件时（如：没有配备压力传感器或 EPC 模块），设定不再有任何意义，仪器可以正常开启，只是没有保护功能。

电子压力、流量测量模块安装在柱箱的后面，设计有 13 路压力传感器接口和 3 路流量传感器接口。其中 1～13 路为压力传感器接口，其中 14～16 路为流量传感器接口。

模块的 1～13 路的压力测量，与工作气体无关；但如果要计算出这一气体的流量，则必须设置正确如下参数：气体设置（氮:0　氢:1　空:2　氦:3）、毛细管及气阻配置（见下一章节）。

为适应用户的不同仪器配置要求，该模块采用了动态配置的方式。“动态配置”是指模块的 1～16 路传感器接口可以任意配置为任何检测位置的需要。

比如：如果将第 1 路配置为氮气总压，只需设置“01->00”；配置为空气总压，只需设置“01->02”；

配置为载气 1 柱头压力，只需设置“01->10”；需要关闭该路计算时，只需设置“01->88”。

“气体设置”和“动态配置”的设定方法同 3.2.1 的温度的设定。

注：每台仪器出厂时是按照您的需求进行安装配置的，随机配备的“配置记录”张贴在电路箱盖板的背面，请认真保存！

注：当您在使用种如需更改配置，请认真核对 1～16 路的传感器安装的实际位置，在配置参数中配置正确，否则将造成显示参数错误。

注：只有仪器安装有“电子压力、流量测量模块”、“EPC 及 EFC 控制模块”

时，本项参数才有意义。

警告：除非错误，请不要随意更改仪器配置的参数！

警告：拆装气体压力传感器、流量传感器或拆装气路后，一定要认真捡漏，以防发生爆炸！

2．6．3　电子压力、流量测量模块的毛细管参数或气阻的参数查看与设定

当仪器配备电子压力、流量测量模块时，在工作状态下，按流量键，再按 2 次 ↓ 键可以对电子压力、流量测量模块的毛细管参数或气阻参数查看或设置。界面如下：

毛细柱及气阻配置：

气阻 01：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 02：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 03：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 04：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 05：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 06：D=0.10mm

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

L=000.115m

气阻 07：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 08：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 09：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 10：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 11：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 12：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 13：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 14：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 15：D=0.10mm

L=000.115m

气阻 16：D=0.10mm

L=000.115m

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

气阻参数的“D”为毛细柱或气阻的内孔直径；“L”为毛细柱或气阻的长度。由于计算的气体流量与“D”的 4 次方成正比，与“L”成反比。所以这项参数的设置正确与否直接关系到结算结果的正确。

在随机配备的气阻中已经过严格的标定、修正，该项数值不可任意修改！

当安装或更换毛细管柱后，应查看柱子的铭牌（或咨询毛细管柱厂家），正确输入内经和柱长。

以免仪器计算的流量与实际不符，耽误您的测试。

“毛细柱及气阻配置”的设定方法同 3.1.1 的温度的设定。

注：每台仪器出厂时是按照您的需求进行安装配置的，随机配备的“配置记录”张贴在电路箱盖板的背面，请认真保存！

注：模块的 14～16 路为流量传感器的接口，14～16 路的“毛细柱及气阻配置”参数与流量测量无关！这 3 路的参数与相应地址的 EPC、EFC 模块有关！

注：只有仪器安装有“电子压力、流量测量模块”、“EPC 及 EFC 控制模块”时，本项参数才有意义。

2．6．4　电子压力、流量的调零

为方便生产及用户更换传感器后的调零，在仪器中设计“电子压力、流量的调零”的界面。

用按 ↓ 键 、 ↑ 键选择到“秒表”界面，将会显示：

检 1	检 2	检 3	秒表	进样	关于

秒表功能

设置皂泡流量计读数：50ml

实测气体流量：000.0 ml/min

EPC&EFC 调零

在断开所有气源

打开电源 15 分钟，达到热平衡后

调零？

按“设置”键进入设置状态，按↓ 键 、↑ 键选择到“调零”，按“输入”键即可。

警告：在打开气源的情况下，不可执行此操作！否则将造成不可预计的测量结果！

2．7　执行文件、自动进样时间、屏保、时钟及语言的查看与设定

在仪器开机的状态下，按时间键使仪器进入时间参数的显示状态。如下界面所示：

温度	程升	事件	流量	文件	网络

当前执行文件：1 号文件

气体自动进样器程序设置

自动进样 0006 次　间隔 008.0 分钟

（进样次数为 9999 时，为永久进样）

屏保时间：05 分钟　（99 时为常亮）

FID、FPD 检测器点火时间：0 秒

时钟设置：10/06/21 14:09:20

语言选择：0　0：中文 1：English

机器编号：60F9-990A-4A48-485D

主板版本：GCM-SUn-V2-1005

显示版本：GCD-SUn-V3-1005

EPC 版本：GCF-SUn-V1-1006

DET1 版本：GCT-SUn-V1-0911

DET2 版本：GCT-SUn-V1-0911

DET3 版本：GCF-SUn-V1-0911

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD znx

```
等待…
00.00     10:02
```

注：参数的设定同 3.1.1 的温度的设定。

在本仪器内保存 8 个仪器运行参数文件。您可以选用 0—7 号文件作为当前仪器执行的文件。当更换执行文件后，仪器会重新初始化。这需要几秒钟的时间。

“进样:0006 次”表示让系统自动完成 6 次进样；当为 0 次时，则不启动自动进样程序；当为 9999 次时，则仪器不受进样次数的限制，永久执行自动进样，直到用户手动停止；

“间隔:008.0 分” 表示系统执行自动进样的时间间隔。它包括自动重复执行程序升温（在程序升温参数有效的情况下）、外部事件时间程序（在时间程序参数有效的情况下）以及远程启动工作站软件开始分析等。当为 0 分时，则不启动自动进样程序；

“屏保”为不按动任何键盘后到设定的时间自动关闭背光。

FID，FPD 检测器点火时间设置。也可以通过键盘直接操作，详细说明见后。

“时钟”为仪器内部的实时时钟，分别为年/月/日 时:分:秒。时钟的修改也可通过工作站软件远程修改。

注：屏保时间设定为 99 分钟时为不关闭背光。

注：开机时，屏保时间默认为 5 分钟；当按动任一键盘后，实际运行的屏保时间才为设定的屏保时间。

武汉智能星电气有限公司 Wuhan Zhinengxing Electric Co., LTD

注：背光的关闭会使 FID 基线有 10-20uV 的突变，为了不影响分析，请将背光时间调整为合适的数值或设为 99 分钟。

注：在“准备状态下”且进样次数和进样间隔时间都不为 0 时，按动开始键或在工作站软件上启动分析后，仪器将进入“自动进样时间”执行状态，在状态栏会有“InJ0001”闪烁显示。“InJ0001”表示仪器已经进入自动进样状态，且当前为第 0001 个样品分析。

语言选择，0 表示中文操作界面，1 表示英文操作界面。也可以直接按语言切换操作界面，这样更加便捷。

注：下方的机器编号是色谱仪自动生成的电子标签。不可修改。版本信息是本仪器的各部件的软件版本信息。不可修改。

2．8　网络参数的查看与设定

在仪器开机的状态下，按网络键使仪器进入网络参数的显示状态。如下界面所示：

温度	程	事	流	文	网络
	升	件	量	件	

色谱仪网络参数

本 机 IP：

192.168.018.202

子网掩码：

255.255.255.000

武汉智能星电气有限公司 Wuhan Zhinengxing Electric Co., LTD

网　　关： 192.168.018.001
工作站网络参数 本地处理 IP： 192.168.018.003 业务主管 IP： 192.168.018.199 上级主管 IP： 192.168.018.198
连接状态
本地处理： 业务主管： 上级主管：　<——>
等待… 00.00　10:02

注：参数的设定同 3.2.1 的温度的设定。

注：当修改色谱仪的网络参数后，会使色谱仪与工作站的链接中断，并试图初始化色谱仪的本身的网络参数重新链接到工作站。

由于以太网技术及其复杂，很难在有限的篇幅里描述清楚。IP 地址的信息设定请参阅相关的书籍或由网管人员设定。这里只做基本的描述。

武汉智能星电气有限公司 ZhiNengXing Electric Co.,LTD

“本机 IP”是指本色谱仪的 IP 地址。一般设定一个与本企业局域网同一个网段的且其他仪器或电脑未使用的 IP 地址。

“子网掩码”设定一个本企业局域网使用的同一个子网掩码。一般为 255.255.255.0。

“网关”设定一个本企业局域网使用的相同网关。一般为：192.168.×.1

“本地处理”是指工作站软件工作的计算机的 IP 地址。也就是设置成工作站软件工作的计算机 IP 地址。这个参数一定要设置正确，否则色谱仪将无法连接到工作站软件。

工作站软件工作的计算机的 IP 地址可以在“网上邻居”的属性的“本地连接”的属性的“Internet 协议（TCP/IP）”里查看。也可以在操作系统的命令状态里用“IPCOnFIG”命令查看。也可以采用 “网络色谱仪工作站”软件来查看本计算机的 IP 地址（详见后 4.2.2）。

“业务主管”是指本单位的业务主管（如总工、质检主管等）为了关注本色谱仪的运行状态和分析数据而将工作站软件安装在自己工作的计算机的 IP 地址。如果要使用这一功能，这个参数一定要设置正确，否则色谱仪将无法连接到业务主管的工作站。当然，如果业务主管不关注色谱仪的运行状态以及分析数据，可以不安装工作站软件，只要将该项 IP 地址设置为本局域网内不使用的 IP 地址即可。

“上级主管”是指本单位的上级行政主管单位（如：技术监督局、卫生局、环保局等）为了监控色谱仪的的运行状态和分析数据而建立的监控系统

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co., LTD

的公网 IP 地址（一般要通过互联网）。如果上级主管没有这样的要求，只要将该项 IP 地址设置为本局域网内不使用的 IP 地址即可。“上级主管”后面显示<——>标志，表示色谱仪和工作站连接成功；如无此显示的，则色谱仪没有和工作站连接成功。

注：色谱仪的 IP 地址以及工作站软件计算机的 IP 地址不能与其它网络设备的 IP 地址冲突（一致）。

注：色谱仪的 IP 地址采用静态 IP 地址工作模式。不支持“自动获取 IP 地址”功能。

注：由于本色谱仪的工作方式是开机后自动连接工作站。为了系统的稳定工作，所以工作站计算机的 IP 地址一定要固定。工作站计算机的 IP 地址应采用静态 IP 地址工作模式，不要采用“自动获取 IP 地址”模式。

2．9　计时秒表的操作

变压器油色谱分析仪设计有计时秒表（00.00）。该计时秒表在仪器执行程序升温或时间程序时被使用。在计时秒表未被系统使用时，用户可使用该秒表进行计时（如测量出峰时间、气体流量等）。按秒表键将开始秒表计时，再按秒表键将结束秒表计时。

下图为秒表界面图：

检 1	检 2	检 3	秒表	进样	关于
秒表功能					

设置皂泡流量计读数：50ml 实测气体流量：000.0 ml/min
EPC&EFC 调零 在断开所有气源 打开电源 15 分钟，达到热平衡后 调零？

注：参数的设定同 3.1.1 的温度的设定。

注：秒表功能键和删除为复合键，在非设置状态下为秒表功能；设置状态下则为删除功能键。

警告：当无需 EPC&EFC 调零时，不要执行“调零”确认！否则将造成不可预计的测量结果！

2．10　自动进样器的查看与设置

“进样器”是指随仪器配备的液体进样器（如：AOC-20i 等）。

用按↓ 键 、↑ 键选择到“进样”界面，将切换到“进样器”查看设置的界面。如下图：

界面的上部为设置自动进样器的批处理程序设置，如从第 2 号到第 3 号样品瓶，每次进样量为 1 微升，每样品瓶重复做 3 次分析，每次分析的时间间隔为 10 分钟。

界面的中部为设置自动进样器的基本参数。

界面的下部为自动进样器的当前状态，如“在线”、“离线”、“空闲”、

武汉智能星电气有限公司 Wuhan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

“进样”等。当前瓶号是指在实际进样时，自动进样器已经执行到第几号样品瓶以及该样品屏的第几针。

注：当没有配备自动进样器时，该项参数无意义。

注：自动进样器的基本参数是由所配备的进样器型号而决定的。不同型号的自动进样器所设置的参数也略有区别，请认真翻阅所配备的自动进样器使用说明！

警告：自动进样器是精密的仪器，安装使用自动进样器，请严格按照其说明书操作，以免损坏！

3．2．11　FID 的点火操作（选配）

本仪器设计有开机自动点火功能。

开机自动点火的条件是：

☆安装有 FID 检测器；

☆FID 检测器的实际温度达到 130℃以上“仪器将自动打开空气”；

☆仪器将打开空气后，约 1 分钟，将自动执行点火；

☆仪器自动执行点火时，将自动调小空气流量；

当达到点火条件，亦可以随时手动点火。

FID 手动点火可以在检测器界面执行，也可以直接按键盘的点火键执行（非设置状态为点火功能键，设置状态为小数点输入键），也可以直接在工作站软件里操作执行。其点火间时由“检测器点火时长 3 秒”设定的时间自动控制，用户无需干预。

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

注：仪器设计有空气自动关闭功能：非控温状态、点火条件不具备（FID温度未达到130℃以上）时，空气是自动关闭的；此时空气没有打开，是正常现象。

注：为了方便点火，在仪器中设计有“点火时自动将空气流量关小”功能。是正常现象。

注：电子点火部件为选购件，如果仪器没有安装电子点火装置，则采用打火机、点火枪点火。

注：根据实际应用情况，一般将点火时间设置为**3秒**。太长则会将空气完全关断，点燃后会熄灭；太短，则不容易点燃。

警告：在仪器中设计有开机（装有FID检测器时）后自动点火功能，为**防止电击**，不要在开机状态下拆装高压放电导线！

3 气体流量控制的操作

本仪器可以采用机械阀或EPC、EFC模块控制气路的流量或压力。

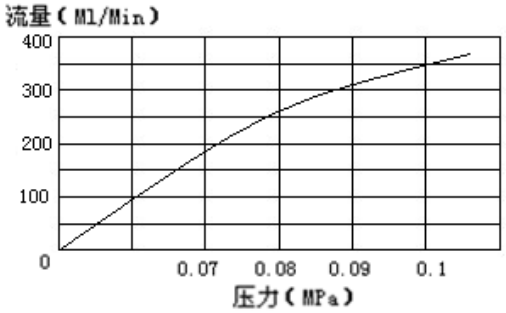
3．1 机械阀控制流量的操作

载气气路先经稳压阀稳压，压力稳定在0.294MPa（3kg/cm2)左右（出厂时已调整好，用户不可自行调整！）。然后载气经稳流阀输出流量恒定的载气。

调节“载气流量调节阀A”（或“载气流量调节阀B”）即可调节载气A（或载气B）的流量。

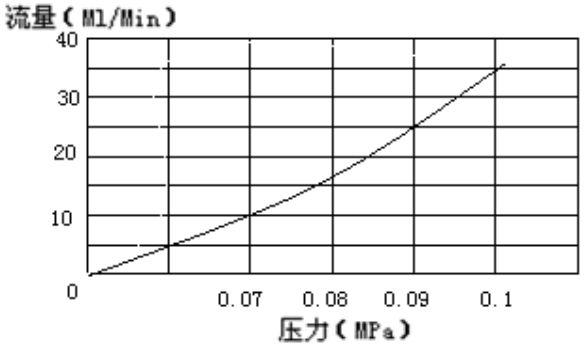
“柱前压力 A”（或“柱前压力 A”）压力指示表指示相应的柱前载气压。

空气气路先经稳压阀稳压，压力稳定在 0.196Mp（2kg/cm^2)左右（出厂时已调整好，用户不可自行调整！）。然后空气经二级稳压结合固定气阻输出一定流量的空气。在表压 0.1Mp 时流量为 350ml/min，如下图仪器空气流量曲线表所示。



空气压力—流量曲线图

氢气气路先经稳压阀稳压，压力稳定在 0.196MPa（2kg/cm^2）左右（出厂时已调整好，用户不可自行调整！）。然后氢气经二级稳压结合固定气阻输出一定流量的氢气。在表压 0.1Mp 时流量为 35ml/min，如下图仪器氢气流量曲线表所示。



氢气压力—流量曲线图

注：当装有电子压力、流量测量模块时，可直接从仪器中读出压力和流

量数值，无需在核对上述曲线。

3．2　EPC&EFC 模块控制流量的操作

本仪器可以采用 EPC、EFC 模块控制气路的流量或压力。

EPC、EFC 模块操作均采用键盘或工作站数字设定。详见：3.1.6 部分。

八　仪器使用简要说明

（1）仪器使用时，务必检查一下微机控制系统机架右面下方的 TCD 桥电流钮子开关状态，应处在正确的位置，例如使用 FID 时，钮子开关应放在桥电流断开位置；否则在面板按键操作时一不小心误按 TCD 桥流按键，就会造成 TCD 热导元件的损坏。

（2）热导检测器的操作必须严格遵守热导检测器先通载气后通热导恒流源的操作原则。在长期停机后重新启动操作时，应先通载气 15 分钟以上，然后检测器通电，以保证热导元件不被氧化或烧坏。

（3）TCD 桥电流设置大小与载气种类有关，也与热导池工作温度有关，并要考虑被分析对象对灵敏度的要求，具体请参照热导池桥电流给定曲线。

（4）使用热导检测器时，必须并联装接双柱，如果采用 TC-4 微型热导池联用毛细柱，则另一路必须也装上柱子或空柱管，这样保证了热导池的二路气室中都通载气。如果只装一根柱子，则不装柱的另一路热导元件就会因不通气而被烧坏。

（5）更换汽化室硅橡胶垫时，务必先把热导池桥电流关掉，换好硅橡胶垫后，通载气几分钟后再接通桥电流。

（6）柱箱温度的设置必须低于色谱固定液的最高使用温度，检测器温度的设置应保证样品在检测器中不冷凝，汽化室进样器系统的温度设置应高于样品组份的平均沸点，一般应高于柱箱温度 30～50℃。

（7）用平面六通阀作气体进样时，取样的气体流量和压力每次要保持重复一致，才能保证分析的重复性，平面六通阀旋转时只能放置在二端位置而不能放在中间，中间位置将会导致载气被切断不通，从而会造成热导元件损坏。

（8）仪器气路中稳压阀，一般在出厂前都调整好用户不必再变动，若

需重新调整则必须注意稳压阀只有在阀前后压差大于 0.05MPa 的条件下才能稳压作用，即如果稳压阀输出压力要求在 0.15MPa，则稳压阀输入压力必须大于 0.2MPa，仪器上的稳压阀入口压力不得超过 0.6MPa，超过了要损坏稳压阀。

（9）在国内热导检测器最被广泛采用的载气是用氢气，载气通入仪器前应先通过气体净化管，气体净化管内装有分子筛，用来吸除载气中水份，内装 105 催化剂，用来吸除载气中氧，除去水份和氧是为了保护色谱柱和检测器，延长使用寿命。所以，气体净化管内的吸附剂必须定期活化处理，以保持净化效果。

（10）仪器使用后关机时，必须牢记在热导池出口接头处旋上闷头螺帽，防止在切断载气后，外界空气中氧返进色谱柱和检测器系统，是为了保护色谱柱和检测器，在高温使用后，尤其要注意必须在柱箱和检测器温度降到 70℃以下，才能关闭气源。

（11）在使用仪器进样分析达一定次数后，由于色谱柱（不管是填充柱还是毛细柱），内积累吸附了一些水份或其它物质，将会影响柱效和基线稳定性，因此必须对色谱柱进行活化处理，长期停用的柱子，在重新使用前也须活化处理。在仪器上进行活化处理的简单方法就是通高纯氮并将柱子加热恒温，氮气流量 50～60ml/min 左右，柱子活化温度取比固定液最高使用温度低 10℃左右，对气固吸附色谱用常用吸附剂：分子筛类活化温度为 300℃；硅胶、活性炭、GDX 类活化温度为 200℃。活化时间一般 3～4 小时，然后自然冷却（氮气仍在流通）。柱子活化时，必须将柱子出口端从检测器的接头上拆下来，防止在柱活化处理过程中将有害物质带进检测器系统造成污染。

（12）色谱柱连接用密封圈可根据不同使用温度采用不同材料，一般在 200℃以下可采用硅橡胶圈，200℃～250℃以下可采用聚四氟乙烯圈，250℃以上可采用紫铜圈或柔性石墨圈。

（13）在采用小口径毛细柱分流进样时，用户可在分流气路中分流调节阀前的流路中自行串接一段（ϕ3×0.5mm 管，长 50～60mm）活性炭（40～60 目）吸附管用以吸附有机物保护分流调节阀。

（14）TCD 载气出口及分流出口流量除了用皂膜流量计来精确测定外，还可在主机左侧外装一只 6～60ml/min 的玻璃转子流量计来连续监视

（15）载气 2 路，主要做填充柱，载气 1 路主要做毛细柱（也可做填充柱），做毛细柱时，稳流阀应全打开为佳，毛细柱流量用稳压阀来调节，保证分流流量调节时，毛细柱流量不变；载气 1 路做填充柱时，稳压阀全打开，用稳流阀来调节柱流量。隔膜清扫气流量一般在 2～10ml/min，可在出口处

用皂膜流量计或浮子流量计测量。

（16）开机使用 FID 时，必须先通载气、空气，再开温度控制，待检测器温度超过 100℃时才能通氢气点火。FID 系统停机时，必须先关氢气熄火，然后再关闭温度控制，当柱温降下后再关载气和空气。如果开机时在 FID 温度低于 100℃时就通氢气点火，或关机时不先熄火就降温，就容易造成 FID 收集极积水而使放大器输入级绝缘下降，会造成基线不稳　　（17）。

（18）FID 联用标准小口径毛细柱时，毛细柱可插入 FID 石英喷咀内孔，柱端面略低于喷咀口 1～2mm 为最佳，这样可保证最佳柱效。

（19）FID 点火后，由于基始电流的作用，点火后电压会高于原先值，高出的大小可大致判断气体净化程度和色谱柱老化的好与不好。

（20）为了保证 FID 在高灵敏度下使用时的基线稳定，气体应除去气体中微量 CH（烃类）杂质；色谱柱固定相必须在略低于最高使用温度下充分老化，从而可减少固定液流失和固定液中溶剂残留量对基线的影响；高温使用汽化室时，进样器的硅橡胶垫必须事先高温老化处理并开启隔膜清扫气路。

（21）FID 放大器屏蔽铁盒内放有干燥剂（硅胶、分子筛类），用以保持放大器输入级的高度绝缘性能。由于环境空气中水份的影响，使用一段时间后，应更换干燥剂或将原来放在里面的干燥剂取出，在 150℃下烘烤（活化）二小时再回用，这样可降低噪音，保证基线稳定性。

（22）FID 系统经分析大量样品后，可能会污染喷咀或检测器座，就需拆洗，重新安装。复原时，必须注意极化极圈应与喷咀处于同一平面。喷咀不能与极化极相碰，如果喷咀口低于极化极，将会造成噪音增大；喷咀口高于极化极，将降低检测灵敏度。

（23）仪器的维护不但能使仪器正常工作而且能延长仪器寿命

（24）仪器应严格地在规定的条件下工作，在某些条件下不符合时必须采取相应措施

（25）严格地按操作规程进行工作

（26）严禁柱温超过固定相中固定液允许的使用温度，一般柱温低于允许使用温度

（27）仪器在关机时，先降柱温然后关断载气气源

九、运输和贮存

1 运输：产品在包装完整的状态下，允许用一般交通工具运输，运输过程中应按印刷标志的要求进行运输作业。

2 贮存：产品在运输状态下，应贮存在温度 5-35℃，相对湿度＜85%的环境中，且空气中不含油性气体。

十、质量保证

1：在用户遵守产品安装和使用规则的条件下，产品自发货日起 13 个月内（或安装调试完毕 12 个月内），产品确因制造质量而不能正常工作时，本公司无偿为用户修理和调换（不包括易耗件的调换）。

2. 在正确使用情况下，热导元件钨铼丝一般不会发生 0.5 欧以上阻值变化和断丝。操作人员由于疏忽大意，违反操作规则（例如：所用载气不纯，低于 99.999%，O_2含量较高；进样垫或色谱柱装接漏气；仪器通气量不够就快速接通热导池电源；色谱柱填料及固液流失；使用强氧化性腐蚀性样品等等）就会造成热导元件钨铼丝阻值变化，破坏了出厂时元件所有的配对性能，以至检测器系统不能正常工作。此种情况，不属保修范围，酌情收费。

十一、仪器简易操作流程

仪器已经正确安装，按以下步骤调试仪器，确认仪器处于良好的状态。

（1）开机程序

①首先打开氮气钢瓶总阀门、调节减压阀压力为 0.3~0.4Mpa。调节柱前压约为 0.04Mpa。

②打开 GC 变压器油色谱分析仪后侧的电源开关，当屏幕上显示出主画面后，即可设置测试参数（柱温、进样器温度、检测器温度等）。设定柱温时，一定要注意柱子的最高使用温度。

③当温度达到设定温度时，开空气、氢气。打开空气、氢气钢瓶总阀门，

调节减压阀压力为 0.3~0.4Mpa。

④打开仪器面板上空气、氢气针形阀开关。（参考值：空气开 7 圈，氢气开 4 圈。）

⑤用点火器点火。注意将氢气针形阀开至 5 圈以上来点火，火点着后调回 4 圈。为防止积水，当检测器温度大于 150℃且检测器外侧有少许发热后才可以点火；火点着后，检测器上方有水汽，信号显示有激流产生。

⑥打开工作站，查看基线。稳定大约 30min，待 GC 温度达到设定温度后，基线亦稳定，即可测定。

（2）测试条件的设定：

色谱条件的设定要根据不同化合物的不同性质选择柱子，一般情况极性化合物选择极性柱。非极性化合物选择非极性柱。色谱柱柱温的确定主要由样品的复杂程度决定，其目的要达到在最短的时间里，使每个化合物的组份完全分离。对于混合物一般采用程序升温法。柱温的设定要同时兼顾高低沸点或溶点化合物。

一般测试化合物有两种测试方法：

①毛细管柱分流法：样品被直接进入色谱柱，不需稀释进样量要少于 0.1μl。若为固体化合物，则尽可能用少量溶剂稀释，进样量为 0.2~0.4μl

②大口径毛细管法不分流：

无论固体或液体，一定要稀释后，方可进样进样量为 0.2~0.4μl（1ml/mg）

（3）注意事项：

①检测器温度不能低于进样口温度，否则会污染检测器 进样口温度应高于柱温的最高值，同时化合物在此温度下不分解。

②含酸、碱、盐、水、金属离子的化合物不能分析，要经过处理方可进行。

③进样器所取样品要避免带有气泡以保证进样重现性。

④取样前用溶剂反复洗针，再用要分析的样品至少洗 2-5 次以避免样品间的相互干扰。

⑤需直接进样品，要将注射器洗净后，将针筒抽干避免外来杂质的干扰。

（4）关机程序

①关闭氢气、空气钢瓶总阀。

②退出软件，关闭计算机。

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co., LTD

③按下退出按键，使仪器降温：

④待柱箱温度降至 50℃后，关闭色谱仪开关。

⑤待氮气吹一段时间（约 10 分钟），关闭氮气钢瓶总阀。

使用 FID，操作规程可以归纳为以下几点：

① 开载气

② 开主机电源，设定温度（柱温、进样器温度、检测器温度）

③ 温度稳定后，开氢气、空气

④ 点火

⑤ 待基线走稳后，进样分析

⑥ 分析完后关氢气、空气

⑦ 将柱温降至室温，进样器、检测器关掉。

⑧ 关主机电源

⑨ 关载气（若是极性柱，载气多通一段时间，主要是为了延长柱的使用寿命）

如果使用的是 TCD，操作规程如下：

① 先通载气 15 分钟，同时保证热导出口的地方有载气流出

② 开主机电源，设定温度（柱温、进样器温度、检测器温度）

③ 温度稳定后开桥电流电源，调桥电流到相应值

④ 基线稳定后进样分析

⑤ 分析完后关桥电流电源的硬件开关和软件开关

⑥ 降温至室温，关主机电源

武汉智能星电气有限公司 WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD

⑦ 关气源（注意：检测器温度降到 100℃以下，停载气，否则继续通载气。）

武汉智能星电气有限公司
WuHan ZhiNengXing Electric Co.,LTD
znx